

Avaliação da qualidade da água de rios brasileiros utilizando células meristemáticas de *Allium cepa* como bioindicador: uma revisão integrativa

Water quality assessment of brazilian rivers using *Allium cepa* meristematic cells as a bioindicator: an integrative review

DOI:10.34117/bjdv7n1-473

Recebimento dos originais: 18/12/2020

Aceitação para publicação: 18/01/2021

Lizandra Martins Soares

Mestrado

Instituição de atuação atual: Universidade de Integração Latino-Americana (UNILA)

Endereço: Avenida Sílvio Américo Sasdelli, 1842 – Bairro: Itaipu A, Edifício

Comercial Lorivo. CEP: 85866-000. Foz do Iguaçu/PR, Brasil.

E-mail: lizandrasoares@gmail.com

Priscila Ferri Coldebella

Doutorado

Instituição de atuação atual: Universidade de Integração Latino-Americana (UNILA)

Endereço: Avenida Sílvio Américo Sasdelli, 1842 – Bairro: Itaipu A, Edifício

Comercial Lorivo. CEP: 85866-000. Foz do Iguaçu/PR, Brasil.

E-mail: priscila.coldebella@unila.edu.br

Jiam Pires Frigo

Doutorado

Instituição de atuação atual: Universidade de Integração Latino-Americana (UNILA)

Endereço: Avenida Sílvio Américo Sasdelli, 1842 – Bairro: Itaipu A, Edifício

Comercial Lorivo. CEP: 85866-000. Foz do Iguaçu/PR, Brasil.

E-mail: jiam.frigo@unila.edu.br

RESUMO

Qualidade da água e quantidade disponível no planeta, é um dos assuntos que causam maior preocupação mundial, visto que, trata-se de um recurso indispensável para a sobrevivência de todos os organismos de um ecossistema. Dessa forma, propomos fazer uma revisão integrativa para avaliar a qualidade da água de rios brasileiros utilizando células meristemáticas de *Allium cepa* como bioindicador. Tratou-se de um estudo de revisão realizado entre fevereiro e abril de 2020. O estudo foi orientado pela seguinte pergunta: Como está sendo avaliada a qualidade da água de rios brasileiros utilizando o teste *Allium cepa*? De acordo com os resultados, foi possível verificar que a maioria dos rios estudados nessa pesquisa, apresentam potencial citotóxico e genotóxico, comprometendo a qualidade de suas águas, fazendo-se assim necessário um monitoramento mais adequado nas regiões que apresentam poluição, para que se possa pensar em ações de preservação e remediação destes recursos hídricos.

Palavras-chave: Recursos hídricos, teste ecotoxicológico, citotoxicidade, genotoxicidade.

ABSTRACT

Water quality and quantity available on the planet is one of the issues that cause the greatest concern worldwide, since it is an indispensable resource for the survival of all organisms in an ecosystem. Thus, we propose to carry out an integrative review to assess the quality of water in Brazilian rivers using meristematic cells of *Allium cepa* as bio-indicator. This was a review study carried out between February and April 2020. The study was guided by the following question: How is the water quality of Brazilian rivers being evaluated using the *Allium cepa* test? According to the results, it was possible to verify that most of the rivers studied in this research have cytotoxic and genotoxic potential, compromising the quality of their waters, making it necessary to monitor more adequately in the regions that present pollution, so that it can be think about actions for the preservation and remediation of these water resources.

Keywords: Water resources, ecotoxicological test, cytotoxicity, genotoxicity.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, um dos principais assuntos abordados mundialmente é questão da qualidade e da quantidade de água que esteja em perfeitas condições para ser consumida. Porém o nível de poluição, e o mal gerenciamento de descarte de efluentes e contaminantes, provenientes de indústrias, de atividades agrícolas etc, tem causado sérios danos aos recursos hídricos, prejudicando a saúde das plantas, dos animais e da própria população que dependem deste recurso para sobreviver.

A preservação dos recursos hídricos requer um monitoramento adequado através de técnicas que sejam capazes de apontar qual a verdadeira situação que se encontra a qualidade da água de um determinado local. Para esse propósito a determinação de parâmetros físicos e químicos da água vem sendo muito utilizada. No entanto de acordo com Maranhão et al.(2017), a caracterização física e química devem ser complementadas com análises toxicológicas, utilizando organismos testes vivos ou não, já que estes interagem diretamente com os possíveis poluentes, podendo assim obter resultados mais próximos da realidade que se encontra a água que está sendo analisada.

Segundo Costa et al, (2008), sobre a contaminação dos recursos hídricos a ecotoxicologia surge como uma ferramenta necessária para avaliar a toxicidade destes aos organismos aquáticos. Por meio da utilização de organismos-teste é possível a identificação de compostos que afetam os sistemas biológicos, permitindo a avaliação do potencial de risco ambiental para determinados contaminantes.

Com o avanço dos estudos na área da ecotoxicologia demonstram que diversos tipos de biomarcadores no organismo podem ser usados para evidenciar a presença de

produtos químicos e/ou os efeitos resultantes, sendo assim, biomarcadores e bioindicadores têm sido bastante usados como substitutos para estabelecer respostas em nível individual (CUNHA *et al.* 2020).

De acordo com Bolonhesi *et al.* (2018), as plantas vêm demonstrando ser bastante eficazes quando utilizados com biomarcadores para monitorar se há ou não a ocorrência de compostos tóxicos em corpos hídricos, tal como rios, lagos etc. *Allium cepa* (cebola), devido a facilidade na visualização de alterações na célula, tem sido bastante empregado em testes toxicológicos com o objetivo de verificar se há poluição em determinado local de estudo e que tipo de poluentes são estes.

O sistema-teste *A. cepa* utiliza sementes ou bulbos de cebola para avaliar a toxicidade por meio de ensaios de germinação, em contato com a amostra a ser testada. São observados: o crescimento das raízes, o índice mitótico em células meristemáticas (local onde ocorre maior probabilidade de ocorrer alterações) e a presença de alterações cromossômicas ou nucleares em células meristemáticas, a fim de analisar o potencial tóxico, citotóxico, genotóxico e mutagênico a nível cromossômico das amostras em teste. (SOUZA, 2017).

Nesse sentido o presente estudo propôs analisar como está sendo avaliada a qualidade de rios urbanos que recebem diferentes tipos de efluentes utilizando o teste *Allium cepa*. Dessa forma realizar estudos de revisão integrativa é de suma importância para obter informações sobre os recursos hídricos estudados e entender quais os danos que água de má qualidade pode causar para a saúde e para os organismos do ecossistema.

2 DESENVOLVIMENTO

Tratou-se de um estudo de revisão integrativa, realizado de fevereiro à abril de 2020. O estudo foi orientado pela seguinte pergunta: Como está sendo avaliada a qualidade da água de rios brasileiros utilizando o teste *Allium cepa*?

Como critérios para a execução da revisão integrativa seguiu-se a determinação dos estágios sugeridos por Wittemore e Knafl (2005): identificação do problema de pesquisa; investigação bibliográfica sistematizada; avaliação dos dados encontrados; análise dos dados e apresentação das conclusões.

Realizou-se um levantamento de publicações em duas bases de dados: 1. Science Direct (Elsevier) e 2. Portal de Periódicos da CAPES. A pesquisa envolveu a seguinte combinação de palavras: (a) qualidade da água “and” toxicidade “and” rios urbanos; citotoxicidade “and” *Allium cepa* teste.

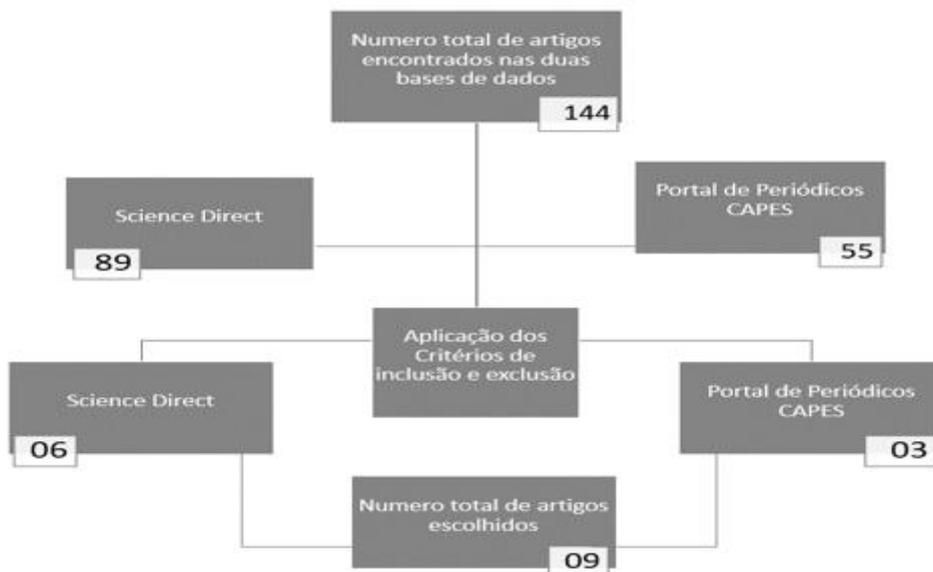
Estabeleceram-se os seguintes critérios de inclusão: (a) delimitou-se a busca por artigos científicos, excluindo outro tipos de trabalhos (Teses, dissertações, livros e resenhas); (b) em relação à data de publicação, optou-se pelo período entre 2016 e 2020, os mesmos poderiam ser redigidos no idioma português e inglês e (c) periódicos revisado por pares.

A partir da definição de tais critérios e combinações, foram localizadas, inicialmente, 144 publicações (Science Direct: 89 e Portal de Periódicos da CAPES: 55). O procedimento seguinte correspondeu à leitura do título, das palavras-chave e dos resumos.

Foram selecionadas as publicações que atendiam ao objetivo deste estudo, ou seja, que tratam de pesquisas relacionadas a avaliação da qualidade da água dos rios utilizando o teste *Allium cepa*. Determinou-se, portanto, a inclusão de investigações tanto qualitativas quanto quantitativas, bem como, estudos teóricos, como revisões de literatura e ensaios teóricos.

A amostra final totalizou 9 artigos, a leitura minuciosa dos artigos selecionados, possibilitou extrair as seguintes informações: título, autores, ano de publicação, idioma e objetivo. Os artigos selecionados foram lidos na íntegra para extrair as informações pertinentes ao objetivo do estudo. Excluíram-se os artigos que não atendiam os critérios estabelecidos nesta pesquisa e os artigos repetidos, cujos foram encontrados a partir do cruzamento dos descritores. Segue abaixo na Figura 1 o fluxograma com a ordem do desenvolvimento.

Figura 1. Fluxograma com a ordem de desenvolvimento



Fonte: Dados dos autores, (2020)

Os nove artigos escolhidos estavam em inglês e português, em se tratando das características quanto ao ano de cada publicação, foram 04 artigos do ano de 2016, obtendo a maior representatividade (45%), já no ano de 2019 não foram encontrados artigos acerca da temática. Os demais resultados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Distribuição dos estudos realizados, referentes ao ano de publicação, compreendidos entre 2016 e 2020

ANO DE PUBLICAÇÃO	NÚMERO ABSOLUTO	PERCENTUAL (%)
2016	04	45%
2017	02	22,5%
2018	02	22,5%
2019	-	-
2020	01	10%
TOTAL	09	100%

Fonte: Banco de dados, 2020.

Na tabela 2, é apresentado uma sinopse que contém as principais características dos artigos selecionados neste trabalho de revisão, sendo os mesmos retratados como título do estudo, autor do estudo, ano de publicação, base de dados, idioma e objetivo.

Tabela 2- Sinopse demonstrativa dos artigos compreendidos entre 2016 e 2020, incluídos no estudo.

Título	Autores	Ano	Base de dados	Idioma	Objetivo
Influência urbana na qualidade da água da bacia do rio Uberaba: uma avaliação ecotoxicológica	Ana Luisa Curado, Camila Cunha de Oliveira, William Raimundo Costa, Ana Carolina Borella Marfil Anhô e Ana Paula Milla dos Santos Senhuk.	2017	Portal de Periódicos da CAPES	Inglês	Avaliar a qualidade da bacia do Rio Uberaba no estado de Minas Gerais, sob influência da área urbana.
Avaliação do efeito citotóxico e genotóxico de células da raiz de <i>Allium cepa</i> L. (Amaryllidaceae) após exposição em amostras de água de cinco lagos da Alta Floresta, Mato Grosso	Leila Pereira Neves Ramos, Douglas Machado Leite, Weslaine de Almeida Macedo, Cyntia Beatriz Magalhães Farias, Ademilso Sampaio de Oliveira, Nair Dahmer e Isane Vera Kasburg	2020	Portal de Periódicos da CAPES	Inglês	Avaliar o potencial citotóxico e genotóxico de cinco lagos urbanos da Alta Floresta, localizados no estado do Mato Grosso.
Avaliação genotóxica e mutagênica de	Nelson Jorge Carvalho	2016	Science Direct	Inglês	Avaliar a toxicidade e mutagenicidade de

amostras de água de um rio sob a influência de diferentes atividades antropogênicas.	Batista, Ana Amélia de Carvalho Melo Cavalcante, Maria Geci de Oliveira, Eugênia Cristina Nascimento Medeiros, Joseane Lustosa Machado, Sebastiana Ribeiro Evangelista, Johnny F. Dias, Carla E.I. dos Santos, Anaí Duarte, Fernanda R. da Silva e Juliana da Silva..				amostras de água coletadas no Rio Corrente, uma importante hidrovia do distrito da bacia hidrográfica de Pedro II, localizado no Piauí, utilizando as raízes de <i>Allium cepa</i> .
Genotoxicidade e mutagenicidade de amostras de água do rio Monjolinho (Brasil) após o recebimento de efluentes não tratados..	Jaqueline Bianchi, Evaldo Luiz Gaeta Espindola e Maria Aparecida Marin Morales.	2017	Science Direct	Inglês	Avaliar os efeitos de efluentes domésticos e industriais no rio Monjolinho, localizado em São Carlos/SP, em diferentes estações do ano.
Sistema teste <i>Allium cepa</i> como bioindicador de citogenotoxicidade de cursos d'água.	Cristina Copstein Cuchiara, Clarissa de Souza Borges e Vera Lucia Bobrowski.	2018	Portal de Periódicos da CAPES	Português	Avaliar a citogenotoxicidade do Arroio Padre Doutor localizado em Pelotas/RS, por meio do sistema teste <i>Allium cepa</i> (cebola comum) como bioindicador.
Potencial mutagênico dos poluentes na água do rio Paraíba do Sul em Tremembé, SP, Brasil, utilizando o teste <i>Allium cepa</i> .	Leonardo Maurer de Oliveira, Júlio Cesar Voltolini e Agnes Balbério.	2016	Science Direct	Inglês	Caracterizar o potencial mutagênico dos poluentes presentes na água do rio Paraíba do Sul, cidade de Tremembé – SP.
Uso do bioensaio com <i>Allium cepa L.</i> e análises físico-químicas e microbiológicas para avaliação da qualidade do Rio da Ilha, RS, Brasil.	Gabriela Zimmermann Prado Rodrigues, Thaís Dalzochio e Günther Gehlen.	2016	Science Direct	Inglês	Avaliar a qualidade da água do Rio da Ilha através do bioensaio com <i>Allium cepa</i> e o exame físico-químico e microbiológico da água em duas estações do ano (inverno e verão), modificar o

					potencial tóxico, citotóxico e genotóxico de substâncias presentes na água.
Citotoxicidade e genotoxicidade da água do Rio Subaé (Humildes, Bahia, Brasil) usando <i>Allium cepa</i> L. como bioindicador.	Jacqueline Ramos Machado Braga e Diêgo Menezes Lopes	2016	Science Direct	Inglês	Analisar os efeitos citotóxicos e genotóxicos provocados pela água do rio Subaé, que banha o município de Humildes-BA, utilizando o teste <i>Allium cepa</i> .
Relações entre o uso do solo e qualidade da água obtidas para a avaliação dos efeitos genotóxicos em bioindicadores de plantas	Jéssica Sieklicki, Nilton Cesar Pires Bione, Paulo Costa de Oliveira Filho, Viviane Fernandes de Souza e Kelly Geronazzo Martins.	2018	Portal de Periódicos da CAPES	Inglês	Avaliar a influência do uso e ocupação do solo urbano e periurbano por meio do monitoramento da qualidade da água do Rio das Antas, localizado no município de Irati/PR, e seus possíveis efeitos genotóxicos.

Fonte: Base de dados, 2020.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a realização da pesquisa, nove artigos foram considerados relevantes e obteve-se os seguintes resultados a seguir.

De acordo com Curado *et al.* (2017), aplicaram testes ecotoxicológicos para avaliar a qualidade da bacia do Rio Uberaba no estado de Minas Gerais sob influência da área urbana, levando em consideração que 70% de seus efluentes domésticos são tratados e resíduos sólidos são descartados em aterros sanitários. No entanto os corpos d'água na área urbana possuem um nível de degradação bastante alto e apresentam um risco para a população e o meio ambiente.

O estudo objetivou avaliar a qualidade da água do rio com base em bioensaios em plantas, entre os microorganismos que foram testados, ressalta-se aqui a utilização das raízes de *Allium cepa* para realizar parte da avaliação.

Os pontos de coleta foram selecionados ao longo de 12 km da bacia do Rio Uberaba (n=8), durante a estação seca. O bioensaio com sementes de *A. cepa* foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Bianchini (2008), a avaliação ecotoxicológica foi realizada através da porcentagem de germinação e inibição de crescimento radicular.

O resultados apresentaram que a taxa de germinação das sementes de *A. cepa* foi elevada em todos os pontos (83,2%), exceto em um dos pontos “C” (37,8%), as amostras de água expostas a partir desse ponto (D, E, F, G, H), apresentaram alto índice mitótico (IM), contudo sofreram mutações em toda a divisão mitótica, fato que levou à maior taxa de micronúcleos e maior inibição do crescimento radicular em comparação aos outros pontos. A poluição da água pelos efluentes domésticos e pela deposição de resíduos nas margens do rio encontrados nesses pontos provavelmente aumentou a concentração de nutrientes na água a ponto de favorecer a germinação das sementes e o crescimento radicular, apesar de causar mutações cromossômicas.

Esse estudo corrobora com a pesquisa realizada por Ramos *et al.* (2020), que utilizou as raízes de *Allium cepa* para avaliar o potencial citotóxico e genotóxico de cinco lagos urbanos da Alta Floresta, localizados no estado do Mato Grosso, visto que os locais de coleta definidos para a avaliação também recebem efluentes dos mais variados tipos, comprometendo a qualidade da água. De acordo com a caracterização do local de estudo, obteve-se as seguintes definições:

Lago 1: dispõe de materiais contaminantes de esgoto, restos de animais mortos e deste mesmo lago a empresa de saneamento coleta água para abastecer a população.

Lago 2: o local é utilizado para banho e pesca;

Lago 3: utilizado para pesca, mas também é utilizado para disposição de esgotos pela população local. (área central da cidade)

Lago 4: descarte de esgoto e lixo doméstico, porém algumas pessoas pescam para a alimentação. (área central da cidade)

Lago 5: usado para banho, pesca e irrigação de jardins, no entanto a população descarta no local contaminantes de esgoto e lixo doméstico. (área periférica da cidade).

Foram realizadas duas coletas de amostras de água, na estação seca, outubro de 2014, e na estação chuvosa, em abril de 2015. Os resultados demonstraram que em relação ao índice mitótico (IM), comparando os períodos sazonais, L2 seguido de L5 e L1, obtiveram maior porcentagem de IM no período seco, e na estação chuvosa o L1 obteve maior porcentagem de IM. Em relação a porcentagem de anomalias de *A. cepa*, comparando os períodos sazonais, o período seco obteve o maior número de células anormais. O L1, L5 seguido do L3 apresentaram o maior índice de anormalidade, e na estação chuvosa os lagos não diferiram estatisticamente.

Com base nas análises, os autores verificaram que na estação seca, ocorreu maior taxa de células anormais, considerando que no período de seca pode haver uma maior

interação dos concentrados nas águas dos lagos, aumentando assim a concentração de resíduos poluentes, comprometendo assim a qualidade da água.

Como resultados concluiu-se que, atividades genotóxicas e citotóxicas estavam presentes nas raízes de *Allium cepa*, indicando alto potencial na inibição do ciclo celular, pode-se levar em consideração também a influência dos períodos sazonais, visto que o transporte de substâncias citotóxicas ocorre em maior quantidade na estação chuvosa, enquanto na estação seca há maior concentração de poluentes devido à redução do volume de água, fazendo com que haja uma maior interação entre os concentradores e maior concentração dos agentes poluidores encontrados nas águas dos lagos em estudo.

Ainda se tratando da contaminação por descarte de efluentes nos corpos hídricos, um estudo realizado por Batista *et al.* (2016), indica que a poluição dos ecossistemas aquáticos também está associado a descarga de efluentes, principalmente industriais e urbanos, podendo assim prejudicar a biodiversidade e causar danos à saúde pública. Esse estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade e mutagenicidade de amostras de água coletadas no Rio Corrente, uma importante hidrovia do distrito da bacia hidrográfica de Pedro II, localizado no Piauí, utilizando as raízes de *Allium cepa* para realizar tal trabalho. Esse rio está exposto a intensa efluência dos resíduos urbanos, mecânicos automotivos e agrícolas, sendo usado como principal fonte de abastecimento de água para a população.

As águas foram coletadas em quatro pontos ao longo do Rio Corrente, durante a estação chuvosa (abril de 2011) e na estação seca (setembro de 2011).

O teste *Allium cepa* foi realizado conforme a metodologia descrita por Fiskesjo (1985), com adaptações, também foi aplicado testes estatísticos e todas as análises foram realizadas no software Prisma, versão 5.0.

Nas análises do teste *A. cepa*, a indução de toxicidade nas amostras de água, reduziu o índice mitótico e o tamanho das raízes e isso foi observado em todos os pontos de amostragem e nas duas estações, isso comprova a relação entre a poluição urbana e o aumento de danos no DNA das células observadas. Nas raízes, foram encontradas aberrações cromossômicas na água de todos os pontos, as observações de efeitos mutagênicos sugerem que a complexa mistura de agentes (esgotos domésticos e urbanos), são compostos de agentes clastogênicos e aneugênicos, indicando assim alto índice de toxicidade e citotoxicidade.

Toda essa gama de fatores que contribuem para o comprometimento da qualidade da água de mananciais considerados importantes abastecedores de diversas regiões contribuem para o estudo realizado por Bianchi *et al.* (2017), que utilizou em seu estudo

o teste *Allium cepa*, para avaliar o potencial citotóxico, genotóxico e mutagênico com o objetivo de avaliar os efeitos de efluentes domésticos e industriais no rio Monjolinho, localizado em São Carlos/SP, em diferentes estações do ano.

O rio Monjolinho é a principal fonte de abastecimento de abastecimento de água no estado de São Paulo, com o recebimento de vários efluentes, a qualidade da água deste rio ficou comprometida, devido a isso, a importância de realizar a avaliação, a fim de minimizar os efeitos da poluição.

A coleta foi feita em seis pontos diferentes ao longo do rio em todas as estações do ano (primavera, verão, outono e inverno), ficou definido que P1 é a nascente do rio, P2 próximo a entrada da cidade de São Carlos, já na área urbana, P3 uma área urbanizada, P4 após a drenagem da área urbana, antes do esgoto doméstico ser despejado, P5 parte central do rio, localizado na área rural, a jusante do local de descarga do esgoto doméstico in natura, P6 na área rural, a poucos metros da montante da foz do rio, onde desagua o rio Jacaré-Guaçu.

A análise celular do meristema da raízes de *Allium cepa* expostas as diferentes amostras de água coletadas no rio Monjolinho, durante o verão (estação quente e úmida), teve uma grande interferência na divisão celular do organismo-teste, e teve presença de aberrações cromossômicas, sugerindo assim um índice elevado de contaminação na água, no inverno (estação fria e seca), os resultados não diferiram muito em relação ao controle negativo, no outono (transição entre verão e inverno), foi observado uma presença significativa de aberrações cromossômicas no P5, na primavera (transição entre inverno e verão), também apresentou alta inibição da divisão celular.

Os resultados desse estudo sugerem uma relação entre sazonalidade, temperatura e efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos observados nas amostras de água do rio Monjolinho. Diante das consequências observadas, os contaminantes presentes nas amostras podem causar danos aos organismos, por isso reforça-se a análise apresentada pelos autores anteriores a necessidade de uma investigação mais aprofundada e enquanto isso, propõe-se que o consumo dessa água para abastecimento da população seja controlado, e através de monitoramento e medidas de remediação, o risco para a saúde humana e para o meio ambiente seja reduzido, visando um projeto de recuperação ambiental com o intuito de controlar a poluição existente e garantindo também a saúde dos ecossistemas.

Cuchiara *et al.* (2018), em seu estudo realizado, objetivou avaliar a citogenotoxicidade do Arroio Padre Doutor localizado em Pelotas/RS, por meio do

sistema teste *Allium cepa* (cebola comum) como bioindicador. Os autores ressaltam que muitos problemas de saúde, acontecem devido os diversos tipos de poluentes existentes nos cursos d'água e no meio ambiente, dentre eles os resíduos industriais, urbanos e agrícolas, esgotos domésticos, entre outros são lançados indiscriminalmente nos mananciais, comprometendo a qualidade de águas superficiais e sedimentos.

A amostragem da água do Arroio Padre Doutor, ocorreu de forma sazonal, nas estações primavera, verão, outono e inverno, nos meses de outubro de outubro de 2006, fevereiro de 2007, maio de 2007 e junho de 2007. Foi analisada amostras de água superficial em pontos pré-definidos ao longo do Arroio, em um total de 4 pontos localizados em diferentes áreas de influência.

Os resultados demonstraram que durante a realização do teste *Allium cepa*, nas estações outono, primavera e inverno, as cebolas utilizadas nos biotestes apresentaram crescimento normal e regular de suas raízes, não havendo necrose nem mal formação, não verificando-se toxicidade nas amostras de água. Já na coleta de verão, as cebolas apresentaram pouco crescimento radicular, mas não apresentaram nenhuma anormalidade e/ou necrose.

Os dados observados nessa pesquisa, vai de encontro com o estudo de Oliveira *et al.* (2018), visto que o descarte de efluentes de forma incorreta tem comprometido a saúde de mananciais, causando danos por vezes irreparáveis ao ecossistema, com isso a avaliação, monitoramento e detecção dos genotóxicos no ambiente, os bioensaios com plantas superiores têm sido recomendados desde a década de 70 (GRANT, 1999). O objetivo dessa pesquisa é caracterizar o potencial mutagênico dos poluentes presentes na água do rio Paraíba do Sul, cidade de Tremembé – SP, na estação chuvosa (abril) e na estação seca (agosto), para a realização de amostragem foi estabelecido 1 ponto de coleta.

Os resultados demonstraram que foi observado seis tipos de aberrações cromossômicas: pontes, anáfase com multipolaridades, c-mitoses, *stickiness*, desgarrados e “não identificadas” - NI.

Quanto a alteração nas células, foi observado que a água do rio, em abril, revelou um alto potencial mutagênico quando comparado ao controle negativo, indicando assim a presença de contaminantes que promoveram a genotoxicidade nas células meristemáticas de *Allium cepa*. A amostra do mês de agosto teve uma diminuição dos efeitos genotóxicos em relação ao tratamento de abril, mas quando comparada ao controle negativo, houve também um aumento das anomalias do tipo ponte.

Dessa maneira pode-se inferir que a água do rio Paraíba do Sul possui substâncias nocivas aos organismos que vivem nesse ambiente, e que o potencial mutagênico dos poluentes na água varia em função do tempo, dependendo das descargas vindas dos efluentes.

De acordo com os dados apresentados pode-se concluir que o rio Paraíba do Sul possui alto índice de contaminantes, devido a presença de substâncias tóxicas existentes na água, sugere-se também a ação da influência sazonal.

Os autores destacam a importância de preservação dos recursos hídricos e fazem-se necessários estudos de biomonitoramento de modo a auxiliar e contribuir com redes de monitoramento a ações de manejo.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2016), avaliaram em seu estudo a qualidade da água do Rio da Ilha através do bioensaio com *Allium cepa* e o exame físico-químico e microbiológico da água em duas estações do ano (inverno e verão), objetivando verificar o potencial tóxico, citotóxico e genotóxico de substâncias presentes na água.

As amostras de água foram coletadas em dois pontos do Rio da Ilha: P1 (nascente) e P2 (foz), nos meses de julho de 2014 (inverno) e março de 2015 (verão).

Os resultados mostraram que quanto à análise de genotoxicidade não foram encontradas aberrações cromossômicas em nenhuma das amostras, quanto as análises de citotoxicidade, na coleta de inverno, foi observada uma diminuição significativa do índice mitótico para a foz do Rio da Ilha quando comparado ao controle da nascente, enquanto que na coleta de verão, houve um aumento significativo do índice mitótico para ambos os pontos amostrados em relação ao grupo controle.

Sendo assim, após a análise desses resultados, os autores salientaram que apesar do Rio da Ilha não ter demonstrado resultados genotóxicos, apresentou dados significativos de citotoxicidade no período amostral de inverno na foz do rio. Na coleta de verão, houve um aumento significativo no índice mitótico, sugerindo-se assim que pode causar um aumento na proliferação celular desordenada e, eventualmente na formação de tumores.

Conclui-se que a avaliação desse recurso hídrico fez-se relevante por sua proximidade ao principal rio da região, porém estudos mais aprofundados serão necessários com o objetivo de verificar a origem ou possibilidade desses compostos serem edáficos, corroborando com o estudo de Braga *et al.* (2016), que relatam em sua pesquisa que o rio Subaé, localizado na Bahia tem sido bastante prejudicado por atividades industriais, pelo lançamento de efluentes tóxicos em suas águas, causando grande impacto ambiental. O objetivo do estudo foi analisar os efeitos citotóxicos e genotóxicos

provocados pela água do trecho deste rio que banha o município de Humildes-Ba, utilizando o teste de *Allium cepa*.

Para a realização do teste, foi estabelecido 3 pontos de coleta ao longo do rio: PI (localizado nas proximidades de uma fábrica de polpas de frutas. Os pontos PII e PIII (localizado a 6 km de distância do PI, possuía as suas margens lixo e indícios de influência antrópica).

Os resultados demonstraram que no PI não houve crescimento de raízes dentro das 72h, a germinação só iniciou uma semana depois do início do experimento, os autores descrevem estudos já realizados anteriormente e relatam que alguns contaminantes quando existentes nas amostras podem apresentar ação persistente, enquanto que em outras, dependendo do tipo de contaminante ou da quantidade, as células podem ter capacidade de recuperação dos efeitos dos agentes mutagênicos.

Nos pontos II e III, as raízes germinaram dentro do tempo previsto, porém houve inibição do crescimento radicular e conseqüentemente redução do índice mitótico (IM).

De acordo com os dados obtidos nos testes citotóxicos (IM) e genotóxicos (AB), ambos demonstraram efeitos poluentes na água do rio que promoveram alterações no organismo-teste, porém os autores sugerem que é necessário estudos na região em outras épocas do ano, principalmente no verão, visto que em estações secas o índice de presença de substâncias tóxicas pode ser mais elevado no corpo hídrico. Concluíram então, que há presença de possíveis contaminantes nas amostras do rio, que afetaram negativamente o ciclo celular, a morfologia cromossômica e o crescimento das raízes, os autores sugerem ainda o monitoramento do local, no intuito de garantir qualidade na água que abastece a população ribeirinha, bem como monitorar os aspectos ambientais da região.

Outra possível causa de contaminação da água de rios é apresentada na pesquisa realizada por Sieklicki *et al.* (2018), que relata em seu estudo como o uso e ocupação do solo podem interferir na qualidade de um corpo hídrico, e essa interferência antrópica não ocorre de maneira localizada, atinge toda a região que a circunda. Ressaltam ainda a importância de fazer um levantamento de toda a área nas proximidades do local de amostragem, para auxiliar no diagnóstico da qualidade da água do manancial em questão.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do uso e ocupação do solo urbano e periurbano por meio do monitoramento da qualidade da água do Rio das Antas, localizado no município de Irati/PR, e seus possíveis efeitos genotóxicos em pontos predefinidos, aplicando o teste *Allium cepa* com observação de suas células meristemáticas, além disso, foram utilizadas imagens orbitais de alta resolução para

mapear o uso e a cobertura do solo, a fim de complementar os resultados obtidos nas avaliações citogenéticas da vegetação do bioindicador.

Após o mapeamento da área do Rio das Antas ao longo da sua rota urbana, foi estabelecido três pontos de coleta (P1, P2 e P3), de acordo com sua localização, uso e ocupação do solo em seu entorno, o ponto 1 está localizado próximo às fontes e os pontos 2 e 3 estão localizados em áreas de consolidação urbana. Foram realizadas três coletas de água, nos meses de setembro e dezembro de 2016 e março de 2017, os bioensaios com *Allium cepa* seguiram os protocolos de mitose de células vegetais (Jordão, 1998).

Feita a análise, foram definidas oito classes para o uso e ocupação do solo, são elas: áreas urbanizadas, reflorestamento, vegetação arbórea, vegetação subterrânea, corpos de água, solo exposto, capoeira e cultivo agrícola. Os resultados obtidos nas células meristemáticas de *Allium cepa* mostraram algum tipo de anormalidade cromossômica em todas as fases da mitose, o que demonstra a potencial genotóxico das amostras de água em todos os pontos de coleta. Algumas das anormalidades cromossômicas que foram visualizadas são: pontes e aderências cromossômicas, cromossomos inconclusivos na placa equatorial da célula, fragmentos cromossômicos, aumento precoce de cromossomos ou cromossomos retardadores culminaram na formação de micronúcleos.

Os resultados apresentados pelos autores, mostram que o ponto 1, próximo a fonte do rio em estudo, caracteriza-se como uma região com maior índice de vegetação e menos urbanizada quando comparado aos pontos 2 e 3, que são caracterizados como regiões com menor vegetação, mais urbanizada, e conseqüentemente, mais eutrófica. Com isso a análise das coordenadas principais mostrou que o ponto 1 é influenciado pela vegetação arbórea, principalmente pelas áreas de regeneração natural. Os pontos 2 e 3 são influenciados pela área urbanizada em parte devido à porcentagem de anormalidades cromossômicas no teste *Allium cepa*.

Sobre o Rio das Antas, concluiu-se que está sofrendo uma degradação ambiental, principalmente nas áreas de consolidação urbana. Os resultados demonstraram que a qualidade da água está diretamente relacionada ao uso e ocupação do solo, reafirmando o quão prejudicial pode ser a ação do homem no ecossistema, comprometendo a qualidade e a preservação dos recursos hídricos, corroborando com Cuchiara *et al.* (2018).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida em que a tecnologia avança, torna-se necessário a busca por novos métodos de avaliação para obter melhores resultados em uma pesquisa, o teste *Allium cepa*, vem sendo largamente utilizado para avaliar a qualidade da água de corpos hídricos e tem se mostrado bastante eficaz em seus resultados.

A revisão integrativa permitiu observar e refletir sobre a situação do cenário atual de alguns rios brasileiros importantes, os quais abastecem grandes centros urbanos, no entanto o descarte inadequado de efluentes vem comprometendo a qualidade da água e pondo em risco a saúde da população, além de estimular um desequilíbrio no meio ambiente.

Conclui-se dessa forma a importância e a necessidade de um monitoramento contínuo nessas regiões, utilizando de tecnologias de SIG associado com metodologias ambientais para auxiliar a traçar um plano de preservação e remediação aos mananciais em parcerias com as autoridades locais.

REFERÊNCIAS

BATISTA. N. J. C.; CAVALCANTE. A. C. M.; OLIVEIRA. M. G.; MEDEIROS. E. C. N.; MACHADO. J. L.; EVANGELISTA. S. R.; DIAS. J. F.; SANTOS. C. E. L.; DUARTE. A.; SILVA. F. R.; SILVA. J. Genotoxic and mutagenic evaluation of water samples from a river under the influence of different anthropogenic activities. **Journal Chemosphere**, v. 164, p. 134-141, 2016.

BIANCHI. J. **Análise dos efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos do inseticida Malation, utilizando os sistemas teste de *Allium cepa* e células de mamíferos.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) –Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2008.

BIANCHI. J.; ESPINDOLA. E. L. G.; MORALES. M. A. M. Genotoxicity and mutagenicity of water samples from the Monjolinho river (Brazil) after receiving untreated effluents. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, p. 826 – 833, 2017.

BOLONHESI. I. B.; LOPES. D. D. Analysis of toxicity from the effluent generated in a furniture industry spray booth using the species *Lactuca sativa* and *Allium cepa*. **Ambiente e Água**, Taubaté, v 13, n 6, p. 2 – 9. 2018.

BRAGA. J. R. M.; LOPES. D. M. Cytotoxicity and genotoxicity of Subaé river water (Humildes, Bahia, Brazil) using *Allium cepa* L. as a bioindicator. **Ambiente & Água**, v. 10, n°. 1, p, 130 – 140, 2016.

COSTA, C. R., OLIVI, P., BOTTA, C. M., ESPINDOLA, E. L., 2008. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v 7, n 1, pág: 120-130, dezembro de 2008.

CUCHIARA. C. C.; BORGES. C. S.; BOBROWSKI. V. L. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de citotoxicidade de cursos d’água. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 6, n°. 1, p. 33 – 38, 2018.

CUNHA, D. P. R.; BARBOSA, D.M.; HENRIQUE, R.; SILVA, L. K. O.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q.; JUNIOR, R. J. O.; ARRUDA, A. S. Uso de bioindicadores na avaliação da qualidade da água do município de Ipameri – Goiás. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n°. 12, p. 100812-100825, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/21984/17551>. Acesso em: 11 jan 2021.

CURADO. A. L.; OLIVEIRA. C. C.; COSTA. W. R.; ANHÊ. A. C. B. M.; SENHUK. A. P. M. Urban influence on the water quality oh the Uberaba River basin: an ecotoxicological assessment. **Ambiente & Água**, v. 13, n°.1, p. 21-27, 2017.

FISKESJÖ, G., 1985, The *Allium* test as a standard in the environmental monitoring. **Hereditas**, v. 102, p. 99-112. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1601-5223.1985.tb00471.x>

GRANT, W. F. Higher plant assays for the detection of chromosomal aberrations and gene mutations—a brief historical background on their use for screening and monitoring environmental chemicals. **Mutation Research**, Leiden, v. 426, n. 2, p. 107-112, 1999.

MARANHO, L. A. et al. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão Samambaia (São Pedro, São Paulo, Brasil) através de parâmetros físicos e químicos, índice de estado trófico e teste de toxicidade com *Daphnia magna*. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 22, n. 1, p.195-201, fev. 2017. UNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017130372>.

OLIVEIRA. L. M.; VOLTOLINI. J. C.; BARBÉRIO. A. Mutagenic potential of pollutants in the water of the Paraíba do Sul river in Tremembé, SP, Brazil, using the *Allium cepa* test. **Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, nº. 1, 2016.

RAMOS. L. P. N.; LEITE. D. M.; MACEDO. W. A.; FARIAS. C. B. M.; OLIVEIRA. A. S.; DAHMER. N.; KASBURG. I. V. Evaluation of the cytotoxic and genotoxic effect of *Allium cepa* L. (Amaryllidaceae) root cells after exposure in water samples of five lakes of Alta Floresta, state of Mato Grosso. **Ambiente e Água**, v. 15, nº. 1, p. 24-34, 2020.

SIEKLICKI. J.; BIONE. N. C. P.; OLIVEIRA. P. C.; SOUZA. V. F.; MARTINS. K. G. Relationships between land use and water quality obtained for the evaluation of genotoxic effects in plant bioindicators. **Ambiente & Água**, v. 14, nº. 2, 2018.

SOUZA. V. C. **Avaliação citogenotóxica da efluente têxtil tratado por processo biológico e físico – químico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2017.

WHITTEMORE R.; KNAFL K. The integrative review: updated methodology. **J Adv Nurs**. v. 52, n. 5, p. 546-53, 2005.

ZIMMERMANN. G. P. R.; DALZUCHIO. T.; GEHLEN. G. *Allium cepa* L. bioassay and physicochemical and microbiological analysis to evaluate the water quality of the Ilha River, RS, Brazil. **Acta Toxicologia Argentino**, v. 24, nº. 2, p. 97 – 104, 2016.