



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE E GENOTOXICIDADE EM AMOSTRAS DE ÁGUA DO RIO MUCURI EM LADAINHA, MG, POR TESTE *Allium cepa*.

Grazielle M, OLIVEIRA¹; Mayra S, SANTOS²; Cleide A, BOMFETI³; Jairo L, RODRIGUES⁴; Márcia CS, FARIA⁵.

¹ Discente de Graduação, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Mucuri, gmobest@hotmail.com.

² Discente de Mestrado, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Mucuri, mayra.4684@hotmail.com.

³ Doutora, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Mucuri, cleide.bomfeti@ufvjm.edu.br.

⁴ Doutor, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Mucuri, jairolr@gmail.com.

⁵ Doutora, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus Mucuri, marciacristinafaria@yahoo.com.br.

RESUMO

A poluição ambiental tem aumentado consideravelmente ao longo dos anos, devido às várias atividades antropogênicas, uma das formas de avaliar a qualidade ambiental é através de estudos de genotoxicidade utilizando organismos vivos. Dentre estes biomonitores, podemos utilizar o teste *Allium cepa*, por se tratar de um teste rápido e de fácil manuseio para análise de várias substâncias das quais se deseja observar e avaliar o possível potencial mutagênico, estimando a frequência de aberrações e quebras cromossômicas. A alta sensibilidade do teste *Allium cepa* é relevante para traçar a contaminação na amostra analisada, além de ser recomendado pela resolução Conama 357/05 sendo largamente utilizado por vários autores para o estudo da qualidade da água em diferentes ecossistemas. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi monitorar a qualidade da água do rio Mucuri, a fim de analisar os efeitos citotóxicos e genotóxicos dos poluentes em quatro pontos distintos ao longo do trecho desse rio, através da análise das alterações cromossômicas em células meristemáticas de *Allium cepa*, bem como a determinação dos parâmetros físico-químicos e a determinação de metais. Os resultados obtidos neste estudo foram apresentados como valores médio utilizando se média \pm desvio padrão. Os valores dos parâmetros físico-químicos e de metais foram comparados com a legislação vigente (CONAMA 357/2005). O ponto 5 apresentou-se em desconformidade para oxigênio dissolvido e turbidez. Os valores para fósforo (P) apresentaram-se acima do máximo permitido pela legislação. A citogenotoxicidade foi observada neste estudo. Os resultados deste estudo contribuíram para uma melhor avaliação da qualidade da água do rio Mucuri, no estado de Minas Gerais.

Palavras chaves: genotoxicidade; monitoramento ambiental; teste *Allium cepa*.

Tema: Qualidade da água e ecossistema.



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

1. INTRODUÇÃO

Ladainha é um município brasileiro do estado de Minas Gerais, localizado no vale do Mucuri, e se estende por 866,3 km². Conta com aproximadamente 17.000 habitantes e densidade demográfica de 19,6 habitantes por km² e o território do município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Formado pelo encontro dos rios Mucuri do Norte com nascente em Ladainha/MG e Mucuri do Sul, com nascente em Malacacheta/MG, o Rio Mucuri percorre 425 quilômetros antes de desaguar no mar. Sua bacia tem uma área de 15.413 km² em Minas Gerais e 951 km² na Bahia, e drenam águas para o Rio Mucuri dezessete municípios, sendo dezesseis em Minas Gerais e um na Bahia.

O Rio Mucuri está inserido no programa de Proteção Ambiental (APA), que se destina à proteção e conservação dos atributos bióticos (fauna e flora), estéticos ou culturais de grande relevância para a qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais. Os objetivos da APA são proteger e recuperar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, os solos, a fauna e a flora, além de promover a recuperação das áreas degradadas. A APA do Alto Mucuri contribui para a conservação de uma das regiões com maior cobertura vegetal nativa do Bioma da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais e a preservação dos seus recursos hídricos.

O rio Mucuri possui enquadramento classe II em rios de água doce, cortando um longo trecho em perímetro urbano do município de Ladainha, sendo alvo de atividades antropogênicas oriundas do despejo de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado em alguns pontos do rio, disposição de resíduos sólidos e extração ilegal de areia, podendo comprometer seus usos preponderantes, como o abastecimento urbano, agricultura, piscicultura e lazer.

O monitoramento ambiental dos recursos hídricos é primordial para a manutenção da qualidade dos corpos d' água, saúde pública, agricultura e bem estar social.

Devido à importância do Rio Mucuri no município, este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade da água do rio Mucuri em quatro pontos distintos, em duas estações distintas, a fim de avaliar os parâmetros físico-químicos, metais, bem como os efeitos citotóxicos e genotóxicos das amostras em estudo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em quatro pontos distintos do trecho do rio, P2 (Interseção Córrego das Antas / Córrego Bom Sucesso), P3 (Rio Mucuri do Norte - Montante à Barragem), P4 (Rio Mucuri do Norte - Jusante à Barragem) e P5 (Córrego Bom Sucesso - Receptor de Efluentes da ETE).

Foi observada a precipitação de chuvas na região para determinar com exatidão o período seco e chuvoso, a fim de comprovar os períodos exatos do regime, com as análises feitas nos períodos correspondentes às coletas. De acordo com a série de dados de chuva do município de Ladainha, observou-se que a maior precipitação ocorreu no mês de dezembro a janeiro, sendo a menor precipitação no período de agosto a setembro. Esses dados são de uma série de 40 anos de monitoramentos diários de precipitação, relatando o nível de precipitação mensal em milímetros no decorrer do período, desde o primeiro dia de janeiro de 1964, ao último dia de dezembro de 2005, obtidos através da plataforma hidroweb, disponibilizados através da Agência Nacional das Águas (ANA).

A coleta em período de menor regime de água de chuvas foi efetuada em 18 de setembro de 2014 (seca) e em 13 de janeiro de 2015 foi feito a coleta de água no período de maior precipitação de chuvas da região.

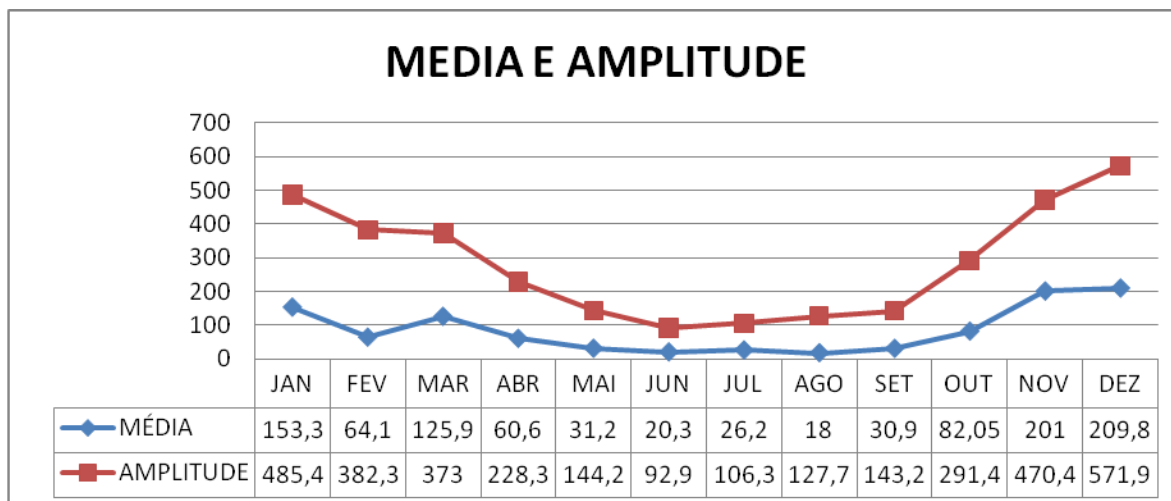


Figura 1. Precipitação das chuvas em Ladainha/MG, mostrando à média e a amplitude de acordo com os meses do ano de acordo com a plataforma Hidroweb: Agência Nacional de Águas. JAN= janeiro; FEV= fevereiro, MAR= março; ABR= abril; MAI= maio; JUN= junho; JUL= julho; AGO= agosto, SET= setembro, OUT= outubro, NOV= novembro, DEZ= dezembro.

Os parâmetros físicos químicos como: Temperatura; Nitrato; Oxigênio Dissolvido (OD) e pH, foram realizadas in loco, utilizando-se o medidor multiparâmetro YSI Professional Plus e a metodologia utilizada foi a descrita no manual do equipamento. Para análise da turbidez, utilizou-se um turbidímetro Controlo Poli (modelo AP2000) e a metodologia utilizada foi a descrita no manual do equipamento.

Para avaliação da citotoxicidade foi analisado o índice mitótico (IM) que é calculado, em porcentagem, dividindo o número de células em mitose pelo número total de células analisadas (ALVIM et al., 2011).

A avaliação da genotoxicidade foi observada, a partir das anormalidades cromossômicas presentes nas células que se encontravam em divisão celular (prófase, metáfase, anáfase e telófase). As anormalidades cromossômicas (AC) observadas foram: C-Mitose, perdas, pontes, atrasos, quebras e fragmentos. Foram utilizados como controle negativo, água ultra pura e como controle positivo CuSO_4 , com concentração de 6×10^{-3} mg/mL. Todo material utilizado, foi previamente autoclavado.

O teste foi executado em cabine de fluxo laminar, em que a mesma foi higienizada com álcool 70% e realizada descontaminação com a luz germicida UV por 15 minutos; Foram analisados três grupos de estudo, um controle negativo, um controle positivo e a água coletada de cada ponto de coleta. Em cada placa de petri foi adicionado um filtro e 100 sementes de cebola variedade crioula, além de seis mililitros das amostras de água coletadas do rio e os respectivos controles. As placas foram lacradas com parafilme e armazenadas por cinco dias em cabine de germinação a 27°C.

Após o crescimento das raízes, essas foram cortadas, selecionando as raízes de até dois centímetros. Posteriormente, as raízes foram fixadas em etanol/ácido acético 50% por 24 horas, fazendo a troca do fixador por álcool 70% após 24 horas. Em seguida, as raízes foram enxaguadas com água destilada por três vezes consecutivas, e levadas ao banho-

maria em tubo eppendorf a 60°C com HCl 1M por 8 minutos. As raízes foram então coradas com reativo de Schiff por 90 minutos.

Foram preparadas 10 lâminas de meristemas radiculares, para cada ponto de coleta, bem como respectivos controles, através do método de esmagamento suave. Foram analisadas 2000 células/raiz para o cálculo do índice mitótico para cada tratamento.

As alterações cromossômicas foram contadas para os diferentes tratamentos e analisadas de acordo com o teste estatístico não paramétrico Kruskal- Wallis com nível de significância menor ou igual a 0,05. Para isso utilizou-se o software estatístico GraphPad InStat® versão 3.10 (versão de avaliação gratuita).

Para a determinação da concentração de metais e semi-metais utilizou-se a técnica analítica da Espectrometria de Massas com Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-MS), a mesma apresenta, alta sensibilidade, baixo limite de detecção, pequena quantidade de substância amostral e alta taxa de amostragem (PAUL et al., 2015).

As amostras foram diluídas em solução aquosa de ácido nítrico 2%, na proporção de 1:10, com volume final de 10 mL, posteriormente foi levada para análise no ICP-MS (Nexlon 300D, PerkinElmer, USA), que encontra-se instalado no Laboratório Multiusuário da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – campus Mucuri, em uma sala limpa Classe 1000, com ambiente protegido contra contaminação externa. A curva de calibração do ICP-MS foi feita utilizando a solução padrão multielementar “Multi-element Calibration Standard 3, Perkin Elmer) contendo 10 mg L⁻¹ em HNO₃ 5% v/v, com as seguintes concentrações: 0,5 µg/L; 1,0 µg/L; 5,0 µg/L; 10,0 µg/L; 20,0 µg/L; 50,0 µg/L. Foram determinados os elementos Alumínio, Arsênio, Bário, Berílio, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Fósforo, Lítio, Manganês, Mercúrio, Níquel, Prata, Selênio, Urânio e Vanádio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos estão apresentados na tabela 1. Considerando a média dos valores dos parâmetros, pode-se observar que o pH foi o item avaliado com menor percentual de alteração.

Foram considerados como valores impróprios ao permitido para o oxigênio dissolvido (DO), aqueles na faixa inferior a 6 mg L⁻¹ para água de rio classe II. O oxigênio dissolvido, apresentou maior alteração no ponto 5 (P5), tendo valores de 3,62 mg L⁻¹, visto que a legislação atual recomenda valores de 6mg L⁻¹.

A turbidez também apresentou alteração no P5, com valores de 62,5 unidades nefelométricas de turbidez (NTU), visto que o valor máximo permitido pelo CONAMA 357/2005 é de 40NTU. Os Pontos 2, 3 e 4 apresentaram-se dentro dos padrões recomendados para turbidez.

O Nitrato tem valor preconizado como inferior a 10 mg L⁻¹ para águas de classe II. O nitrato (NO₃) não apresentou alterações em nenhum ponto de estudo, de acordo com os valores máximos permitidos pela legislação vigente (CONAMA357/2005).

Em relação à sazonalidade, todos os períodos analisados mantiveram o mesmo percentual de alteração em relação aos itens avaliados. No estudo para avaliação da concentração de metais e semi-metais, pode-se observar que o elemento químico P apresentou concentração significativamente maior ao máximo preconizado pela legislação vigente (tabela 2). Altas concentrações de P são indicativas de efluentes domésticos, onde derivados de produtos de higiene, detergentes dentre outros possam ter ação direta sobre a elevação da concentração deste elemento em amostras de água. O P é um elemento que

está associado a processos de eutrofização e com isso, tem-se um aumento de nutrientes nos corpos d'água, que contribuem para este processo.

Já em relação ao estudo da citogenotoxicidade, pode-se observar a presença de aberrações cromossômicas do tipo (AC): quebras, pontes, anáfases com multipolaridades, c-mitoses, cromossomo perdido e micronúcleos (Figura 2).

Tabela 1- Valores médios dos parâmetros físico-químicos, obtidos de amostras coletadas em diferentes pontos do rio Mucuri, de acordo com as coordenadas geográficas abaixo.

Pontos	Coordenadas Geográficas			Parâmetros Físico-Químicos				
	S	WO	Altitude m	T °C	pH	Turbidity NTU	DO mg L ⁻¹	NO ₃ mg L ⁻¹
P1	17° 37' 65,4"	41° 44' 0,21"	444	23,4	6,6	14,5	6,19	0,08
P2	17° 38' 11,6"	41° 44' 91,5"	436	25,1	6,89	15,1	6,89	0,08
P4	17° 38' 97,8"	41° 44' 11,8"	396	28,1	7,06	19,3	7,9	0,15
P5	17° 38' 32,9"	41° 44' 46,9"	439	23,9	7,04	62,5	3,62	0,15
CONAMA	-	-	-	<30	6-9	40	6	10,0
357/2005								

Tabela 2- Resultado dos valores médios para concentração de metais expressos em µg L⁻¹, em amostras de água do rio Mucuri e valores máximos permitidos (VMP) pela legislação vigente.

METAIS	P2 µg L ⁻¹	P3 µg L ⁻¹	P4 µg L ⁻¹	P5 µg L ⁻¹	VMP CONAMA 357/2005 µg L ⁻¹
Li	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2,500
Be	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	40
Al	7.54± 0.1	11.74±0.14	17.34±0.11	28.71±0.2	100
V	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	100
Cr	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	50
Mn	21.58±0.11	29.8±0.15	57.59±	36.99±	100
Fe	190.43±0.5	229.09±0.42	99.84±0.35	230.14±0.4	300
Co	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	50
Ni	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	2.5
Cu	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

Zn	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	180
Ga	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	-
As	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10
Se	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10
Rb	14.31±0.1	14.51±0.15	17.14±0.12	16.43±0.13	-
Sr	35.80±0.23	55.31±0.35	45.88±0.52	40.50±0.42	-
Ag	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10
Cd	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1
In	4.77±0.01	4.77±0.012	4.77±0.2	4.77±0.013	-
Cs	5.5±0.11	5.42±0.12	5.48±0.13	5.51±0.13	-
Ba	24.42±0.10	35.69±0.23	31.49±0.50	28.80±0.3	700
Ti	0.63±0.01	0.63±0.01	0.63±0.01	0.64±0.01	-
Pb	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10
Bi	0.36±0.02	0.36±0.02	0.36±0.01	0.36±0.01	-
U	2.46±0.00	2.49± 0.00	2.51±0.00	2.48±0.00	20
P	672.84±50.5	317.51±49.5	626.64±60.3	7,120.01±100	100
Mo	278.92±81.5	312.31±69.3	307.31±54.0	443.89±52.7	-
Nb	29.43±0.2	59.08±0.5	32.33±0.25	86.56±4.29	-
Hg	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.2
Na	3,090.47±290	3,581.98±285	3,659.96±297	5,850.91±509	-

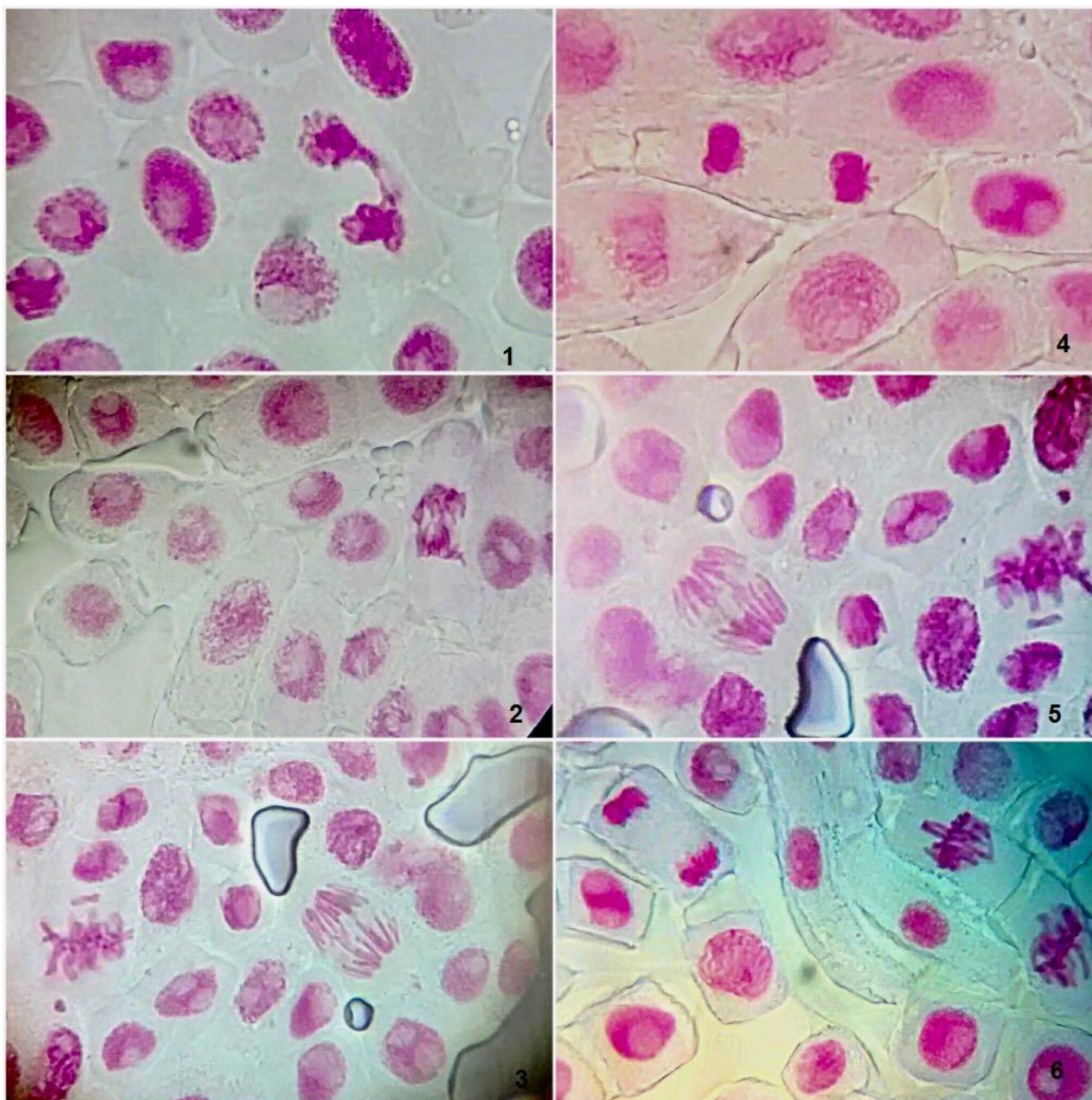


Figura 2. Fotomicrografia de microscopia óptica de alterações cromossômicas observadas neste estudo, através do teste *Allium cepa*: **1)** ponte em telófase; **2)** multipolaridade; **3)** Cromossomo perdido (quebras), pontes em anáfase; **4)** telófase e prófase normal; **5)** micronúcleo em prófase e metáfase com cromossomo perdido; **6)** prófase, telófase e metáfase normais. Aumento Final 400X.

Os resultados de anomalias cromossômicas no teste *A. cepa*, podem indicar a presença de substâncias citotóxicas, genotóxicas ou mutagênicas no ambiente (Majer et al., 2005). Desse modo, essas alterações foram contadas para os diferentes tratamentos, como mostra a Figura 3.

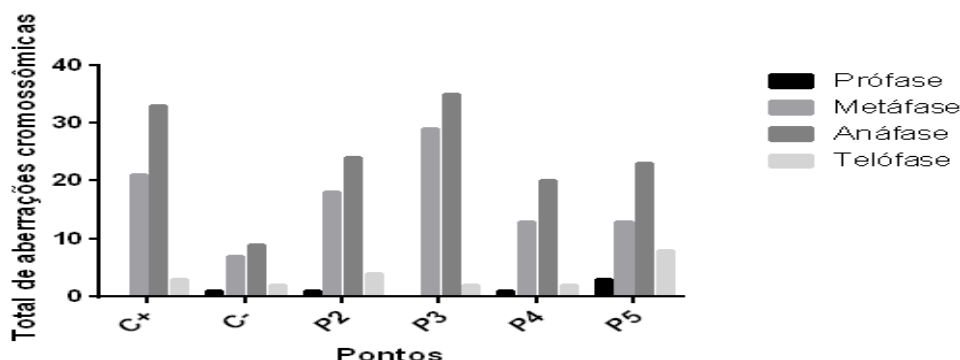


Figura 3. Número total de aberrações cromossômicas encontradas nas amostras de água de quatro pontos diferentes ao longo do rio Mucuri. Os resultados foram comparados pelo teste de Tukey, com auxílio do programa Prima versão 6, considerando o nível de significância $p < 0,05$.

Estudos com *Allium cepa*, mostram que nem sempre a toxicidade da amostra está intimamente correlacionada com a genotoxicidade. As alterações relacionadas com o crescimento da raiz e índice mutagênico são indicativas de citotoxicidade, já as alterações como anomalias cromossômicas, indicam genotoxicidade na amostra avaliada (Fiskesjo, 1985).

Com relação ao índice mitótico, expresso pelo número de células em mitose pelo número de células analisadas, podemos ver nas tabelas 3 e 4 as diferenças numéricas para o período de seca e chuva, respectivamente. O número de aberrações cromossômicas encontradas em cada ponto também está representado nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Índice Mitótico (IM) e Aberrações cromossômicas (AC) nas diferentes amostras de água coletadas no rio Mucuri no período de seca.

Amostras	IM	AC
CN	13,9	72
CP	20,9	29
P2	15,45	34
P3	14,85	49
P4	14,5	35
P5	16,9	42

Onde: CN= controle negativo e CP= controle positivo.

Tabela 4. Índice Mitótico (IM) e Aberrações cromossômicas(AC) nas diferentes amostras de água coletadas no rio Mucuri no período chuvoso.

Amostras	IM	AC
CN	13,9	72
CP	20,9	29
P2	16,8	28
P3	16,85	31
P4	17,60	29
P5	18,2	35



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
**NOVOS
DESAFIOS**

Onde: CN= controle negativo e CP= controle positivo.

Os resultados positivos no teste *Allium cepa* devem ser considerados como uma indicação de que as amostras estudadas podem originar um perigo biológico também para os outros organismos (Fiskesjö, 1989). Nos quatros pontos de coleta analisados, os resultados obtidos no período chuvoso não apresentaram diferença significativa quando comparado aos controles considerando $p < 0,05\%$.

Foi observado no período de seca uma redução no índice mitótico, o que não foi observado com expressividade nas amostras de água do rio em período chuvoso. Provavelmente, a diluição natural que ocorre nesse regime, pode influenciar o resultado das análises.

No período de estiagem, as alterações analisadas não foram significativas ao serem comparadas com os controles, onde o estudo realizado confirmou que as águas do rio Mucuri estão em conformidade com os usos preponderantes determinados pela resolução Conama 357/05; Sendo assim, as amostras de água do rio não mostraram citogenotoxicidade significativa com o teste *Allium cepa*.

4. AGRADECIMENTOS

Os autores são Gratos à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Movimento Pró-Rio Todos os Santos e Mucuri (MPRTM), FAPEMIG e CNPq que viabilizou a parte técnica deste trabalho, tornando possível a realização deste estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

a. Livro

FISKESJO, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. Hereditas. v. 102, p. 99–112, 1985.

b. Artigo de revista científica

ALVIM, L. B.; KUMMROW, F.; BEJO, L. A; LIMA, C. A. de A.; BARBOSA, S. Avaliação da citogenotoxicidade de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L.. Ambi-Agua, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 255-265, 2011. (doi: 10.4136/ambi-agua. 198).

FISKESJO G (1985) The Allium test as a standard in environmental monitoring. Hereditas 102:99-112. Fiskesjo G (1985b) Allium Test on River Water from Braan and Saxan before and after closure of a chemical factory. Ambio 14:99-103.

FISKESJO G (1993) The Allium test in waste-water monitoring. Environ Toxicol Water Quality 8:291-298 Fiskesjo G (1988) The Allium test – An alternative in environmental-studies –The relative toxicity of metal-ions. Mutat Res 197:243-260.

GOMES, Jennifer Vieira; TEIXEIRA, Jéssica Tamara dos Santos; LIMA, Viviane Moreira de and BORBA, Helcio Resende. Induction of cytotoxic and genotoxic effects of Guandu River waters in the *Allium cepa* system. *Rev. Ambient. Água* [online]. 2015, vol.10, n.1, pp. 48-58. . ISSN 1980-993X.



7, 8 e 9
Março 2018
ÉVORA
Évora Hotel

GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS:
NOVOS
DESAFIOS

LEME, Daniela Moraes; MARIN-MORALES, Maria Aparecida. Allium cepatest in environmental monitoring: A review on its application. Mutation Research. Reviews in Mutation Research, v. 682, p. 71-81, 2009.

LEME, DM; MARIN-MORALES, teste cepa MA Allium no monitoramento ambiental: uma revisão sobre a sua aplicação. Mutation Research Amesterdão, v. 682, n. 1, p. 71-81, 2009.

c. Sítios na Internet (institucionais ou pessoais)

<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas> AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA (Brasil). Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil: 2012. Brasília, 2012. 264 p. Acesso: 10 Janeiro 2015.

<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1070&TipoReg=7&MostraC> AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). Sistema de informações hidrológicas - HidroWeb. Disponível em: Acesso em: 20 Agosto. 2014.

https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICANWATER WORKS ASSOCIATION - (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION - (WEF). Standard Methods for examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington, 2012. 1360 p. Acesso: 10 Janeiro 2015.

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Acesso: 10 Janeiro 2015.

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ladainha/panorama> INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Ladainha MG. Acesso: 10 Janeiro 2015.

http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/resumo-executivo-2013.pdf INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013: resumo executivo. Belo Horizonte: IGAM, 2012. 47p. Acesso: 20 de março 2016.