

ALFACE (*Lactuca sativa*) COMO BIOINDICADOR DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO ARARAS, MONTE CARMELO - MG.

Maria Gabriele Pereira Gomes¹, Iasmim Bonifácio Belmiro dos Santos¹, Cinara Xavier de Almeida¹, Ricardo Falqueto Jorge¹.

¹ Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Monte Carmelo Rodovia LMG 746, Km 01, s/nº, Bloco 1AMC, 38.500-000 - Monte Carmelo-MG, Brasil, maria.gabriele@ufu.br (iasminbonifacio@ufu.br; falqueto@ufu.br; cinara@ufu.br)

Resumo

A água é essencial para a vida e a qualidade dela é vital para diversos usos e para a saúde pública. No Brasil, a distribuição de água é desigual, com o Norte concentrando a maior parte e o Nordeste enfrentando escassez. A introdução de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos e o uso contínuo dos recursos hídricos têm aumentado a necessidade de estudos voltados para o monitoramento da qualidade da água. Este estudo avaliou a qualidade da água superficial na microbacia do Córrego Araras (cinco pontos de amostragem: P01 a P05), em Monte Carmelo, Minas Gerais, utilizando Índice de Velocidade de Germinação (IVG), massa verde (MV) e seca (MS) das plântulas de alface (*Lactuca sativa. crispata*) como ferramenta bioindicadora. Resultados mostraram que o IVG e a MV das plântulas não foram influenciadas em relação ao ponto de amostragem. A MS das plântulas indicou variações, com os pontos P01 e P02 apresentando menor massa das plântulas e o ponto P05, a maior. A alface revelou-se eficaz para identificar mudanças na qualidade da água, destacando a necessidade do monitoramento contínuo na microbacia do Córrego Araras.

Palavras-chave: ferramentas bioindicadoras, Córrego Araras, massa de plântulas.

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma

Introdução

A água é um recurso fundamental para a humanidade, pois é essencial para a vida no planeta Terra, sustenta a biodiversidade, a produção de alimentos e todos os ciclos naturais. Por isso, sua importância é ecológica, econômica e social. Civilizações antigas e atuais, assim como as futuras, dependem da água para sua sobrevivência e desenvolvimento econômico e cultural (Tundisi; Tundisi, 2006).

Como um componente essencial dos seres vivos, a água também é fundamental para as plantas. Ela pode aparecer sozinha ou misturada com outros elementos que a planta absorve do solo e do ar, atuando como um meio para sua nutrição (Almeida, 2010). O Brasil é um país privilegiado em termos de água, possuindo uma das maiores reservas de água doce do mundo, com cerca de 12% do total global. A região Norte é a que tem a maior quantidade de água, concentrando aproximadamente 68% das reservas do país. Por outro lado, a região Nordeste enfrenta graves problemas com a escassez de água, detendo apenas 3% dos recursos hídricos (Brasil Escola, 2024).

Quando falamos em "qualidade da água", devemos entender que este termo não se refere necessariamente a um estado de pureza, mas sim às suas características químicas, físicas e biológicas. Essas características determinam as diferentes finalidades para a água. Dessa forma, a política normativa nacional sobre o uso da água, conforme a resolução número 20 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), estabelece parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diversos usos (Merten; Minella, 2002).

O uso contínuo dos recursos hídricos e a inserção de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos demandam um maior número de estudos para validar e preservar sua qualidade. A qualidade da água pode ser descrita como um conjunto de características físicas, químicas e biológicas de um corpo d'água específico, cujos critérios de avaliação dependem do propósito de uso. Dois grandes desafios para um programa de monitoramento da qualidade da água são entender o

funcionamento do ecossistema e organizar um banco de dados sobre a qualidade da água, além de compreender os fatores que influenciam a qualidade em níveis regional e nacional. Entre os principais parâmetros que indicam a qualidade da água potável estão a temperatura, a turbidez e o pH (Marques et al., 2007).

A agricultura, um dos pilares da economia global, está contribuindo cada vez mais para a deterioração da qualidade da água, tanto de forma direta quanto indireta, através da liberação de poluentes como pesticidas, sedimentos, fertilizantes, resíduos animais e outras matérias orgânicas e inorgânicas. Muitos desses poluentes impactam as fontes hídricas superficiais e subterrâneas durante os processos de drenagem e percolação, sendo classificadas como fontes de poluição difusa (Marques et al., 2007).

A avaliação da qualidade da água, drenagem superficial e parâmetros físico-químicos e geoquímicos pode ser realizada usando bioindicadores, são organismos sensíveis à poluição que são monitorados ao longo do tempo para obter informações sobre o estado do ambiente aquático e mudanças nas comunidades biológicas. Isso envolve a utilização de certos organismos presentes em um ambiente específico para caracterizá-lo, baseando-se no conhecimento do comportamento das comunidades ecológicas quando expostas a fatores de estresse, como a supressão de vegetação, perda de habitats, mudanças na paisagem, poluição e outros (Pimenta; Boaventura, 2016). As comunidades biológicas, ao sofrerem alterações na densidade e riqueza devido à presença de poluentes na água, são capazes de indicar os efeitos de eventos antropogênicos ou naturais no ambiente, permitindo uma avaliação biológica eficiente na identificação desses fatores influenciadores (Pimenta; Boaventura, 2016).

A condutividade elétrica é a capacidade de uma solução aquosa de conduzir corrente elétrica, que depende principalmente da presença de íons, sua concentração total, mobilidade, valência, concentrações relativas e temperatura. A maioria dos ácidos, bases e sais inorgânicos apresenta uma boa condutividade elétrica. Por outro lado, as moléculas de compostos orgânicos que não se dissociam em solução aquosa tendem a conduzir pouca corrente elétrica (Parron; Muniz; Pereira, 2011).

A turbidez também serve como um indicador estético da qualidade da água para abastecimento público. Nas estações de tratamento, a turbidez é um parâmetro operacional crucial para controlar os processos de coagulação, floculação, sedimentação e filtração. Há uma preocupação adicional em relação à turbidez na água desinfetada com cloro, pois partículas grandes podem abrigar micro-organismos, protegendo-os dos efeitos do desinfetante (Marques et al., 2007).

O pH influencia diretamente a fisiologia de várias espécies nos ecossistemas aquáticos naturais. Indiretamente, o pH também é significativo, pois certas condições de pH podem levar à precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, enquanto outras condições podem afetar a solubilidade dos nutrientes (Marques et al., 2007).

Portanto, é evidente que é essencial garantir a qualidade da água e avaliar sua origem e qualidade antes do consumo ou uso. Caso a água não atenda aos parâmetros adequados de sanidade e qualidade, pode causar diversos problemas de saúde e na sua aplicação. Por isso, a análise da qualidade da água do Ribeirão Araras é de grande importância para a região de Monte Carmelo.

O abastecimento de água em Monte Carmelo é principalmente realizado a partir dos mananciais do Córrego Santa Barbara e Córrego Mumbuca, que fornecem 52% do volume total de água para a cidade. O restante é proveniente de 26 poços e de uma pequena captação na nascente do Córrego Lambari (Rodrigues; Costa; Matsuoka, 2019).

A pesquisa tem como objetivo avaliar as características da qualidade da água superficial na microbacia do Córrego Araras, utilizando os parâmetros pH, condutividade elétrica (CE), turbidez e desenvolvimento de plântula e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), buscando analisar o uso da alface como bioindicador para monitorar a qualidade das águas superficiais na microbacia do Córrego Araras.

Metodologia

O município de Monte Carmelo está situado na região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais. Com uma altitude de 860 metros, temperatura média anual de 20,7°C e precipitação anual de 1570 mm, a cidade tem uma população estimada em 48.049 habitantes e uma área territorial de 1.343,035 km² (IBGE, 2021).

O Córrego Araras, foco deste estudo, tem sua origem em nascentes próximas à rodovia MG 190, na saída da cidade de Monte Carmelo-MG, em direção a Uberlândia, e deságua no Ribeirão São Felix, um afluente do Rio Perdizes. O solo predominante na região é o LATOSSOLO VERMELHO, de textura argilosa, sendo o cultivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) o uso predominante na microbacia.

Foram coletadas, na segunda quinzena de fevereiro de 2024, para análises laboratoriais, amostras de água superficial de 5 pontos (Tabela 1) em represa, localizada na fazenda Araras, nas proximidades do Campus da UFU em Monte Carmelo.

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos pontos de coleta na represa do Córrego Araras

Pontos de amostragem	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
Ponto 1	18° 44' 10,5"	47° 31' 35,2"
Ponto 2	18° 43' 48,2"	47° 31' 45,2"
Ponto 3	18° 43' 44,5"	47° 31' 47,0"
Ponto 4	18° 43' 46,3"	47° 31' 43,5"
Ponto 5	18° 43' 46,9"	47° 31' 41,5"

Fonte: (Aguiar Filho, 2017)

Os testes com as amostras de água para avaliar a germinação, massa verde e massa seca foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes e Recursos Genéticos (LAGEN) da Universidade Federal de Uberlândia, no Campus Monte Carmelo. E os testes físico-químicos para caracterizar a qualidade da água, Condutividade Elétrica, turbidez, pH da amostra foram realizados no Campus de Monte Carmelo, no Laboratório de Química (LABQ).

O bioensaio é conduzido com sementes de alface (*Lactuca sativa* var. *crispa*), obtidas de variedades comerciais. No ensaio foram selecionadas 15 sementes e realizadas com 3 repetições, cada uma com 12 ml de cada amostra de água coletada. Além disso, também foram adicionadas duas amostras para serem avaliadas, uma sendo a água destilada (testemunha) e a outra, a água coletada da torneira do Laboratório LAGEN. As sementes são levadas para BOD em gerbox, com incubação em substrato de papel ou "Blotter Test" conforme indicado no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009), onde permanecem por 5 dias até a germinação completa, sendo molhadas todos os dias com 3 ml da amostra.

Após a germinação das sementes foram utilizadas 12 plântulas para se avaliar massa verde, massa seca, índice de velocidade de germinação (IVG). Os dados de germinação, índice de velocidade de germinação e massa verde das plantas de alface, obtidos através do bioensaio utilizado para avaliar a qualidade das amostras de águas superficiais da microbacia do Córrego Araras, foram submetidos à análise de variância (teste F). As médias dos resultados foram comparadas utilizando o teste de Scott-Knott, com um nível de significância de 5%.

Resultados

Entre as variáveis físico-químicas (turbidez, pH, Condutividade elétrica – CE), índice de velocidade de germinação (IVG) massa verde (MV) de plântula da alface não foram afetadas pela qualidade da água no ponto de amostragem (Tabela 2).

Os resultados massa seca (MS) de plântula da alface, com a amostra do ponto P01 e P02 foram as mais afetadas, demonstrando uma maior sensibilidade do bioindicador às alterações ou mudanças de qualidade das águas. Enquanto o ponto P05 obteve o maior valor MS da avaliação, podendo ser um indicativo de uma melhora ou manutenção na qualidade das águas superficiais na microbacia do córrego Araras, mesmo os demais pontos não apresentando variações entre si.

Discussão

O monitoramento para detecção da existência de substâncias com potencial de causar toxicidade em amostras de águas do Córrego Araras, tendo a alface como bioindicador demonstrou ser

eficiente, pois foi possível detectar alterações na massa seca de plântulas. Segundo Jorge *et al.* (2018) o monitoramento para detectar presença de substância com potencial de causar toxicidade, em amostras de águas superficiais da microbacia do Córrego Araras, tendo com bioindicador agrião demonstrou-se eficiente, pois o mesmo detectou alteração na germinação, IVG, comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde de plântulas de agrião.

Tabela 2 - Valores de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), CE, pH, turbidez, massa verde e massa seca de plântulas de obtidos no bioensaio para amostras de águas superficiais da microbacia do Córrego Araras.

Ponto de amostragem	Germinação % ^{ns}	IVG % ^{ns}	Massa verde ^{ns}	Massa seca *	Turbidez ^{ns}	pH ⁿ _s	CE ^{ns}
			_ mg/12 plantulas _				
P01	100,0	26,50	0,112	0,008 b	25,8	6,78	46,4
P02	95,5	25,94	0,120	0,008 b	19,3	6,43	38,7
P03	100,0	25,83	0,107	0,009 a	19,5	6,21	38,7
P04	97,78	25,88	0,119	0,009 a	12,7	6,42	27,5
P05	100	27,16	0,125	0,011 a	19,4	6,23	38,9
Torneira	97,78	26,88	0,107	0,010 a	10,4	6,25	77,9
Testemunha	97,78	26,55	0,118	0,009 a	0,7	6,81	10,3

Fonte: autores (2024); *: significativo a 5% de probabilidade. ns: não significativo. P01 a P05: amostras de água superficial de 5 pontos do Córrego Araras. Torneira: água da caixa da UFU, campus Monte Carmelo. Testemunha: teste realizado com água destilada. Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. Ensaios realizados conforme indicado por Brasil (2009).

No presente estudo o Ponto 02, de modo geral, apresentou os índices mais baixos, o que pode estar associado à baixa oxigenação da água, resultado da menor movimentação no local. Outro ponto com índices de qualidade da água sem alterações foi o Ponto 05, que corresponde à saída de água superficial da voçoroca próxima à represa, onde há vegetação. No entanto, a presença de materiais deixados dentro do local, como entulho e resíduos de utensílios agrícolas, pode estar contribuindo para a contaminação (Aguiar Filho, 2017), o que carece de estudos contínuos, para averiguação. Conforme Jorge *et al.* (2018) citam em sua discussão os resultados foram influenciados pela qualidade das águas, nos pontos de amostragem, mesmo que estes se encontrem dentro do limite estabelecido, para águas de qualidade classe 2 (Lucas *et al.*, 2010), indicando a presença de substâncias inibidoras de crescimento vegetal e demonstrando a necessidade de estudos futuros que podem ser relacionadas aos parâmetros analisados.

Neste contexto, fica evidente a necessidade de continuar avaliando as águas superficiais da microbacia do Córrego Araras, visto que, desde dos estudos feitos em 2017 (Aguiar Filho, 2017; Jorge *et al.*, 2018), ocorrem mudanças na qualidade das amostras nos pontos em avaliação, com recursos e ensaios sobre índices de qualidade da água.

Conclusão

O bioindicador alface usado no experimento se mostrou eficiente na avaliação da qualidade das águas superficiais da microbacia do Córrego Araras, os resultados apontaram a presença de contaminantes e variações na qualidade da amostra entre os pontos coletados.

Referências

AGUIAR FILHO, R. G. de. **Qualidade da água do córrego araras, município de Monte Carmelo-MG**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21816> Acesso em: 9 ago. 2024.

ALMEIDA, O. Á, de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA, dez. 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/875385/1/livroqualidadeagua.pdf> Acesso em: 7 ago. 2024.

BRASIL ESCOLA (Brasil). Água: Água no planeta. **Biologia net**, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologia-celular/agua.htm> Acesso em: 7 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes** / MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 399 p. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/manual-de-analise-sanitaria-de-sementes/view> Acesso em: 16 ago. 2024

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Água e Esgoto. Abastecimento de água (Monte Carmelo - MG). In: **Departamento Municipal de Água e Esgoto**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/mg/monte-carmelo> Acesso em: 7 ago. 2024.

JORGE, R. F.; HANNA, F. M. M. ; AGUIAR FILHO, R. G. ; ALMEIDA, C. X. ; MELO, E. I. . Agrião e abóbora como bioindicadores da qualidade da água no Córrego Araras. In: XXII Encontro Latino Americano de I. C., XVIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, XII INIC Jr da UNIVAP, 2018, São José dos Campos - SP. **Anais do INIC 2018**. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/anais/arquivos/RE_0530_0204_03.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

LUCAS, A. A. T.; et al. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p.937-943, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000900005>. Acesso em: 12 ago. 2024.

MARQUES, M. N. et al. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape, São Paulo. **Química Nova**, v. 30, p. 1171-1178, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000500023> Acesso em: 7 ago. 2024.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002. Disponível em: <https://www.bibliotecaagrotea.org.br/agricultura/irrigacao/artigos/QUALIDADE%20DA%20AGUA%20E%20BACIAS%20HIDROGRAFICAS%20RURALS%20UM%20DESAFIO%20ATUAL%20PARA%20A%20SOBREVIVENCIA%20FUTURA.pdf> Acesso em: 7 ago. 2024.

PARRON, L. M.; MUNIZ, H. de F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/921050/1/Doc232ultimaversao.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2024.

PIMENTA, S. M. et al. Estudo da qualidade da água por meio de bioindicadores bentônicos em córregos da área rural e urbana. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 198-210, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1672> Acesso em: 7 ago. 2024.

RODRIGUES, A. de A.; COSTA, E. S.; MATSUOKA, J. V.. Avaliação do sistema de abastecimento de água de Monte Carmelo/MG, a partir do Plano Municipal de Saneamento Básico. **Sistema de Abastecimento de Água existente na cidade**, [s. l.], 2019. Disponível em:

<file:///C:/Users/Compaq/Downloads/1614-Texto%20do%20Artigo-5801-1-10-20190211.pdf> Acesso em: 7 ago. 2024

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Entenda a importância da água e as consequências do seu mau uso. **FOLHAONLINE**, [S. l.], p. 128, 18 dez. 2006. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/publifolha/ult10037u351812.shtml> Acesso em: 7 ago. 2024.

Agradecimentos:

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG, LABQ e LAGEN-ICIAG-UFU.