

QUALIDADE DA ÁGUA NA BARRAGEM ENGENHEIRO AGRÔNOMO VALTER MATIELO NO RIO ITAUNINHAS EM BOA ESPERANÇA/ES E SUA INFLUÊNCIA NA CONSTITUIÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

WATER QUALITY IN THE AGRONOMIC ENGINEER VALTER MATIELO RESERVOIR IN THE ITAUNINHAS RIVER IN BOA ESPERANÇA/ES AND ITS INFLUENCE ON THE CONSTITUTION OF AQUATIC MACROPHITES

*Allana Chaves de Oliveira, Giovanni Guimarães Landa

Centro Universitário de Caratinga – Campus de Nanuque. R. Nelício Cordeiro,S/N, Nanuque/MG, CEP: 39860-000 * allana_chaves5@hotmail.com

RESUMO

O estudo de caracterização limnológica na Barragem Valter Matielo possui o objetivo de avaliar a potencial influência dos efluentes lançados no Córrego Boa Esperança/ES, na qualidade da água da Barragem e sua relação com a constituição das macrófitas aquáticas. A metodologia constou na demarcação de quatro pontos de coleta para análise de Índice de Qualidade da Água (IQA), Índice de Diversidade Biológica, biomassa das macrófitas aquáticas e análises químicas do tecido vegetal. Os resultados de IQA mostram a influência que o lançamento de efluentes *in natura* tem sobre o corpo hídrico. O Índice de Diversidade da comunidade zooplânctônica acompanha a queda do IQA, mostrando que os menores valores de diversidade correspondem aos piores valores de IQA. O resultado da análise química do tecido vegetal, juntamente com o cálculo da biomassa, apontou a potencial influência que os nutrientes têm sobre o desenvolvimento das macrófitas aquáticas na Barragem Valter Matielo. Os resultados indicam a necessidade do tratamento dos efluentes antes do seu lançamento no corpo hídrico.

Palavras-chave: Índice de qualidade das águas, macrófita aquática, monitoramento biológico.

ABSTRACT

The study of limnological characterization in the Valter Matielo Reservoir has the objective of evaluating the potential influence of the effluents released in the Boa Esperança stream/ES, in the quality of the water of the dam and its relation with the constitution of the aquatic macrophytes. The methodology consisted in the demarcation of four collection points for analysis of IQA (Water Quality Index), Biological Diversity Index, biomass of aquatic macrophytes and chemical analyzes of plant tissue. The IQA results show the influence that the release of fresh effluents has on the water body. The Diversity Index of the zooplankton community follows the decay in the IQA, showing that the lowest values of diversity correspond to the worst values of IQA. The result of the chemical analysis of plant tissue, together with the calculation of biomass, pointed out the potential influence that nutrients

have on the development of aquatic macrophytes at Valter Matiello Reservoir. The results indicate the need to treat the effluents before they are released into the water body.

Key-words: Water quality index, aquatic macrophyte, biological monitoring.

INTRODUÇÃO

O homem usufrui dos recursos hídricos como insumo básico para o desenvolvimento de inúmeras atividades, destacando-se o abastecimento de água, as atividades agrícolas, a geração de energia e o uso industrial. Devido ao crescimento demográfico e a expansão das atividades humanas, têm se utilizado os recursos hídricos de maneira inadequada. Uma alternativa é a construção de reservatórios, que tem como principal objetivo assegurar a disponibilidade da água⁽¹⁾.

Esteves⁽²⁾, afirma que o processo de eutrofização artificial propicia o desenvolvimento de diversas espécies de macrófitas aquáticas. No Brasil, inúmeros ecossistemas aquáticos sofrem com as consequências desse processo. Diante disso, um notório problema encontrado nos reservatórios construídos no país, é o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas, especialmente as flutuantes, que encontram circunstâncias adequadas para o seu crescimento, como excesso de nutrientes, disponibilidade de luz solar anualmente, etc.

As macrófitas aquáticas exercem um importante papel ecológico no ecossistema, visto que servem de comida e abrigo para animais, como peixes, micro e macro invertebrados. Essas plantas auxiliam também na dinâmica trófica dos reservatórios e açudes, por atuarem nos ciclos de nutrientes, resíduos e na luminosidade da água. Entretanto, as macrófitas aquáticas podem apresentar desvantagens, como crescimento elevado e morte natural, tornando-se fundamental a implantação de práticas de manejo adequado, objetivando melhorar a qualidade da água dos corpos hídricos em processo de eutrofização⁽³⁾.

O estudo de caracterização limnológica na Barragem Valter Matiello possui relevância, visto que é o primeiro estudo realizado nessa área, do qual, será apontado os possíveis danos que o ecossistema aquático sofre ao receber

diariamente os efluentes gerados no município de Boa Esperança – ES, além de ceder informações importantes para o Consórcio Público Intermunicipal, responsável pela administração da Barragem, ou qualquer outra instituição que pretenda implantar projetos ou usufruir dos recursos naturais.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a potencial influência dos efluentes lançados no Córrego Boa Esperança/ES, na qualidade da água da Barragem do rio Itauninhas e sua relação com a constituição das macrófitas aquáticas. Para a realização desse estudo, foram feitas análises físicas, químicas e biológicas através do cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), análise química do tecido vegetal e análise da comunidade zooplânctônica, bem como caracterização das comunidades de macrófitas.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na barragem do rio Itauninhas, denominada Barragem Engenheiro Agrônomo Valter Matiolo, localizada entre as coordenadas 18°28'53"S e 40° 11'36"O (Figura 1), construída através da parceria entre os municípios de Boa Esperança, Pinheiros/ES e o Governo Federal, dando início ao Consórcio Público Vale do Itauninhas. Possui inúmeros afluentes que contribuem para a sua disponibilidade hídrica, dentre eles, o córrego Boa Esperança.

O empreendimento tem como principal objetivo o abastecimento de água dos municípios de Pinheiros e Boa Esperança, localizados no norte do Estado do Espírito Santo, como também oferecerá mais benefícios para a população da região, visto que possibilitará implantação de projetos de irrigação, piscicultura, podendo incentivar o ecoturismo.

Boa Esperança é um município do estado do Espírito Santo, com posição geográfica determinada pelo paralelo 18°32'24"S e pelo meridiano 40°20'30"O, e possui uma área de 428,61 km². Pinheiros é um município, também do estado do Espírito Santo, posicionado entre as coordenadas geográficas 18°24'44"S e 40°12'55"O e possui área de 975 km²⁽⁴⁾.

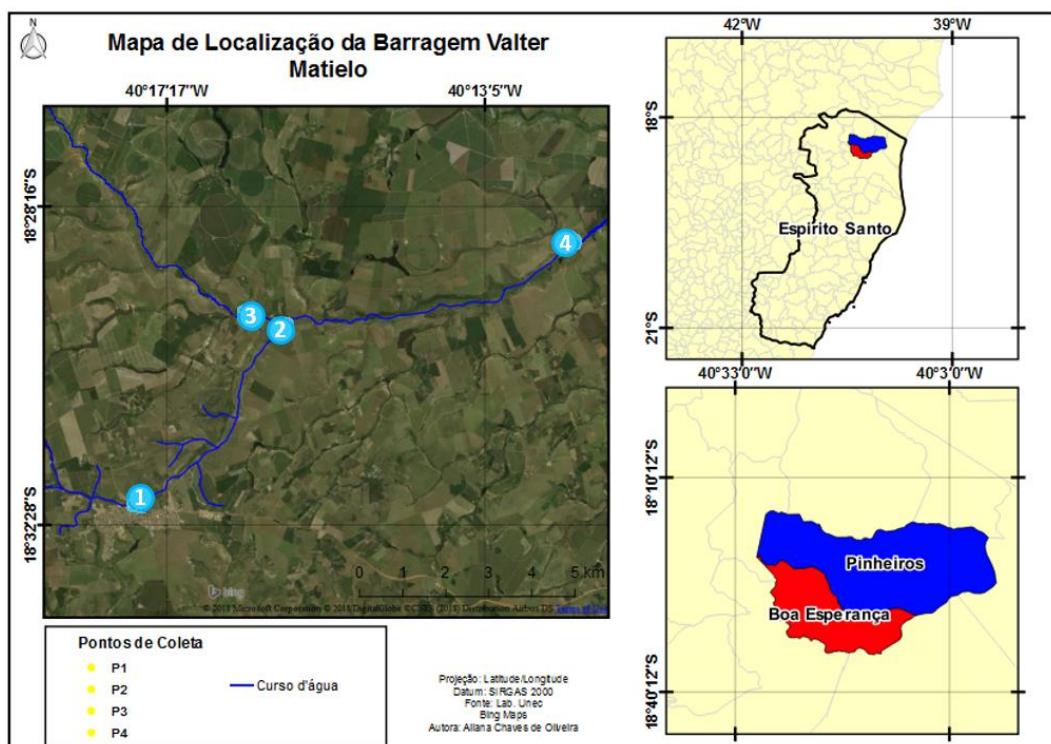


Figura 1. Mapa de Localização da Barragem Valter Matiolo.

A demarcação da rede de amostragem foi realizada a partir de visitas em campo e consultas em bancos cartográficos, utilizando a ferramenta Google Earth para demarcar os pontos. Foram considerados os seguintes critérios: pontos de lançamentos de esgotos, ação de contribuintes e facilidade de acesso.

A rede de amostragem é composta por quatro pontos (Tabela 1).

A fim de que seja feito a avaliação da qualidade da água e analisada a relação com o crescimento de macrófitas aquáticas, foram realizados levantamentos de dados dos parâmetros hídricos e da biomassa das macrófitas.

Para avaliar a qualidade hídrica, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água (IQA), que tem como finalidade avaliar a qualidade da água bruta. É determinado por nove parâmetros: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Temperatura da água, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Sólidos Totais. Para cada parâmetro é atribuído um peso (w), estipulado de acordo com a sua importância

relativa e o cálculo do IQA é realizado por meio do produtório dos nove parâmetros acima citados⁽⁵⁾, e classificados em faixas, Tabela 2.

Tabela 1. Pontos de coleta demarcados na área da Barragem Valter Matielo, no rio Itauninhas.

Ponto	Descrição
P1	Córrego Boa Esperança após lançamento de efluentes
P2	Jusante do córrego Boa Esperança na confluência com o rio Itauninhas
P3	Rio Itauninhas antes da confluência com o córrego Boa Esperança
P4	Próximo à Barragem Valter Matielo

Tabela 2. Classificação do Índice de Qualidade da Água.

Avaliação da Qualidade da Água	Faixa de IQA
Ótima	$80 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$52 < \text{IQA} \leq 79$
Razoável	$37 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$20 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$0 \leq \text{IQA} \leq 19$

De acordo com a ANA⁽⁵⁾, entre os parâmetros utilizados na determinação do IQA, destacam-se o nitrogênio e fósforo, que lançados em grandes quantidades no corpo hídrico causam um crescimento excessivo de algas e outros vegetais, definido como processo de eutrofização.

A coleta das macrófitas aquáticas para o cálculo de biomassa e as coletas de amostras de água, foram efetuadas em outubro de 2018; segundo APHA⁽⁶⁾.

A realização das análises químicas do tecido vegetal foi feita com recurso próprio e conforme metodologia estabelecida por Carmo et al.⁽⁷⁾.

As macrófitas aquáticas foram estudadas por meio de métodos quantitativos, a partir de transectos demarcados transversalmente por toda extensão do corpo hídrico da Barragem Valter Matielo, conforme Figura 2. Dentre os procedimentos empregados na estimativa de populações, os Transectos Lineares são os mais

utilizados e com êxito nas espécies vegetais e animais. Em todos os casos, a metodologia é a mesma: o pesquisador conduz o censo por toda a extensão, através de linhas ou trilhas previamente designadas, buscando animais ou grupos de interesse^(8,9).

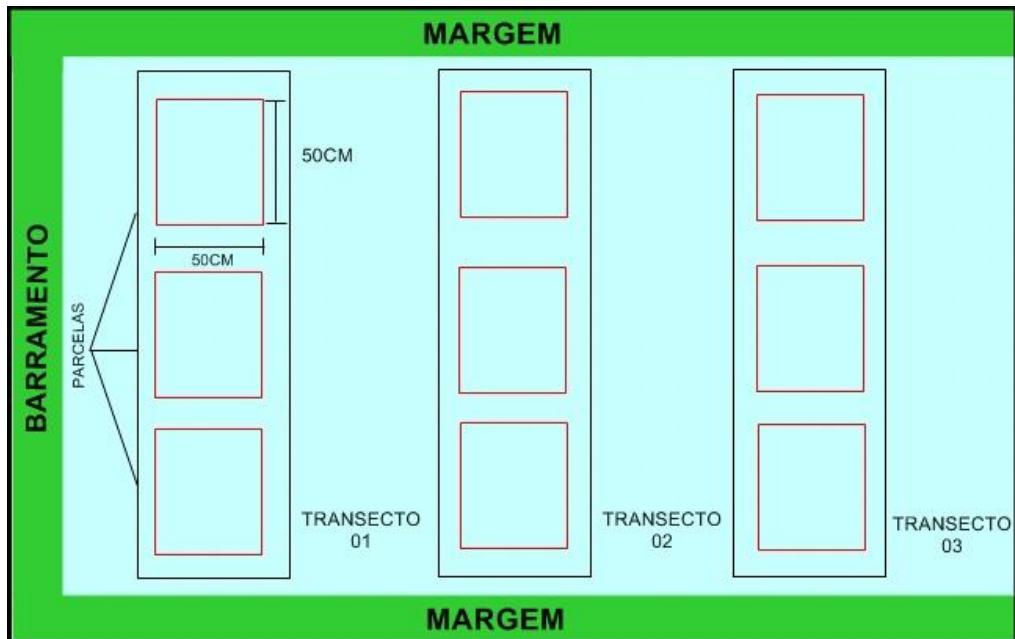


Figura 2. Esquema ilustrativo da metodologia do transecto/parcela.

A amostragem e coleta das macrófitas aquáticas foram efetuadas conforme o método do quadrado de madeira de 0,50m de lado⁽¹⁰⁾ (Figura 3).



Figura 3. A esquerda método de coleta com parcelas; a direita extração da macrófita por parcela.

Esse método fundamenta-se em arremessar aleatoriamente o quadrado de madeira descrito sobre um estande similar de plantas e apanhar, com ajuda de ferramentas de corte (tesoura de poda), todos os vegetais presentes em seu interior, tanto a parcela que estará emersa quanto a submersa, até mesmo as raízes.

O material retirado foi armazenado em sacos plásticos de 100L, para depois ser reconhecido e pesado⁽¹⁰⁾.

As amostras de água para a análise quali-quantitativa do zooplâncton foram obtidas nos pontos P1, P2 e P3, através da filtragem de 100L de água, com auxílio de balde e uma rede cilindro-cônica de 35 µm de abertura de malha. No ponto P4, a amostra foi obtida através de arrasto vertical da coluna d'água, com a mesma rede acima citada. O volume da água foi calculado segundo APHA⁽⁶⁾.

Após essa filtragem, as mesmas foram acondicionadas em frascos de 200 ml e coradas com o corante vital Rosa-de-Bengala, depois de transcorridos 15 minutos foram fixados com formalina 4% tamponada e levadas para o laboratório da UNEC (Centro Universitário de Caratinga), Campus de Nanuque para as análises com Microscópio Óptico.

A densidade foi calculada conforme APHA⁽⁶⁾ e expressa em número de indivíduos por metro cúbico. A estrutura da comunidade zooplânctônica foi avaliada através dos índices de diversidade⁽¹¹⁾ e equitabilidade⁽¹²⁾. O índice de Shannon pode ser representado em Bits, Nats ou Decits. A unidade depende da base do logaritmo utilizado na fórmula do índice. Se for 2, Bits, base e, Nats e base 10, Decits. Neste trabalho será utilizada a base e, portanto a unidade será Nats.ind⁻¹, visto a importância da padronização para futuras comparações⁽¹³⁾.

De acordo com a metodologia usada por Faria e Espíndola⁽¹⁰⁾, a biomassa por unidade de área da superfície da lâmina d'água, ou do estande de macrófita (que por falta de simbologia conhecida será designada por *Bsp*), é a relação entre a quantidade de massa úmida e a área de superfície do lago ocupada por essa massa.

Para a realização desse cálculo, o material coletado foi posto em um ambiente seco e limpo por um determinado tempo, a fim de que diminua o excesso

de água, para depois ser pesado. A pesagem foi feita com balança Portable Electronic Scale, de marca WeiHeng.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área estudada, foi verificada a presença de algumas macrófitas aquáticas, caracterizadas pelas espécies *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Salvinia molesta*. De acordo com Thomaz e Esteves⁽¹⁴⁾, ambas espécies são classificadas como Macrófitas Flutuantes Livres, que é definida como vegetais aquáticos que flutuam livres na superfície da água e suas raízes estão localizadas na subsuperfície, porém sem se fixar a nenhum sedimento, geralmente ocorre em locais de pouca correnteza e baixa frequência de ventos.

Dentre as espécies de macrófitas encontradas na área de estudo, a *Eichhornia crassipes* (aguapé) foi a espécie predominante. Essa espécie é oriunda da América do Sul, no entanto, devido a formosura da planta e suas flores, rapidamente ficou conhecida em diversas regiões do mundo, porém, devido ao seu alto poder de reprodução, é considerada como uma praga para os ecossistemas aquáticos^(15, 16).

O aguapé, como é popularmente conhecido, não possui só pontos negativos, visto que há estudos que comprovam a eficiência da utilização dessa planta para tratamento de águas residuais, como também de efluentes gerados em indústrias e na agricultura, beneficiando inúmeras atividades, como por exemplo a aquicultura. Essa espécie possui alto poder de multiplicação vegetativa, principalmente em corpos d'água onde os níveis de concentração de nutrientes são elevados (eutrofizados). Esses nutrientes são utilizados no processo metabólico da planta, que possui eficiência em remover metais pesados e outros contaminantes do corpo hídrico^(17, 18).

Outra espécie encontrada na área de estudo, foi a *Salvinia molesta*, que é uma pteridófita da Ordem Salviniales, pertencente à Família Salviniaceae. É uma planta aquática nativa da América do Sul, mas hoje em dia é possível encontrá-la

em abundância em diversas regiões tropicais do mundo. Essa classe de macrófitas aquáticas, possui uma reprodução vegetativa acelerada, grande plasticidade fenotípica e uma taxa de crescimento consideravelmente elevada, sendo capaz de cobrir rapidamente grandes áreas de corpo hídrico, prejudicando a navegação e a pesca, como também a recreação⁽¹⁹⁾.

As alterações físicas e químicas que a *Salvinia molesta* causa no corpo d'água, se dá através das modificações de variáveis limnológicas, como por exemplo, a turbidez, a concentração de cátions e ânions e de material em suspensão, diminuição de nutrientes e da luz e possivelmente, competição com o plâncton⁽²⁰⁾.

Na Tabela 3, observa-se a comparação dos dados obtidos através das análises químicas do tecido vegetal das macrófitas aquáticas da Barragem Valter Matiello com os dados ofertados por Tundisi⁽²¹⁾.

De acordo com Tundisi⁽²¹⁾, comumente, o nitrogênio e o fósforo são os elementos absorvidos inicialmente pelas macrófitas aquáticas e suas taxas são minimizadas com as atividades fotossintéticas, porém, cerca de oito vezes mais nitrogênio do que fósforo é diligenciado pelas plantas. Com isso, o fósforo limita a eutrofização dos corpos d'água se seu nível for oito vezes maior que o do nitrogênio, entretanto, o nitrogênio limita a ocorrência da eutrofização se seu nível for oito vezes menor que o do fósforo.

É possível observar uma grande variação entre os valores requeridos por Tundisi⁽²¹⁾ e os valores obtidos através das análises químicas realizadas neste estudo. Onde pode-se verificar, na maioria dos parâmetros, porcentagens bastante elevadas, como é o caso do nível de potássio presente na espécie *Eichhornia crassipes* (aguapé) e o nível de nitrogênio presente na espécie *Salvinia molesta*.

Esses nutrientes são de extrema relevância, haja vista que o nitrogênio está associado aos mais importantes processos fisiológicos que acontecem nas plantas, como a fotossíntese, absorção iônica de outros nutrientes, diferenciação celular e genética e o crescimento. Já o potássio, está diretamente relacionado com o crescimento do tecido meristemático, e é importante na manutenção da quantidade de água presente nas plantas⁽²²⁾.

Tabela 3. Composição média das Macrófitas Aquáticas na área da Barragem Valter Matielo.

Composição média das Macrófitas Aquáticas			
Parâmetro Analisado	Barragem Valter Matielo		Tundisi (2003)
	<i>Eichhornia crassipes</i> (aguapé)	<i>Salvinia molesta</i>	
	Valores expressos em porcentagem		
Nitrogênio	1,757	1,379	0,7
Fósforo	0,102	0,089	0,09
Potássio	2,938	1,188	0,3
Cálcio	1,812	0,947	0,4
Magnésio	0,681	0,388	0,07
Enxofre	0,102	0,13	0,06
Ferro	0,0089	0,1459	0,02
Zinco	0,0027	0,0076	0,0003
Cobre	0,0003	0,0005	0,0001
Manganês	0,2079	0,0355	0,0007
Boro	0,0018	0,0022	0,001

Pode-se afirmar que, embora o IQA do P4 tenha sido avaliado como bom, as macrófitas aquáticas sofreram intervenção do lançamento de efluentes *in natura* no corpo d'água, visto que as taxas dos principais nutrientes indicativos de eutrofização, como o nitrogênio, estão alteradas em relação as taxas ofertadas por Tundisi⁽²¹⁾.

Os valores obtidos no P4 para biomassa das macrófitas aquáticas nas três áreas de amostragem podem ser vistos na Figura 5.

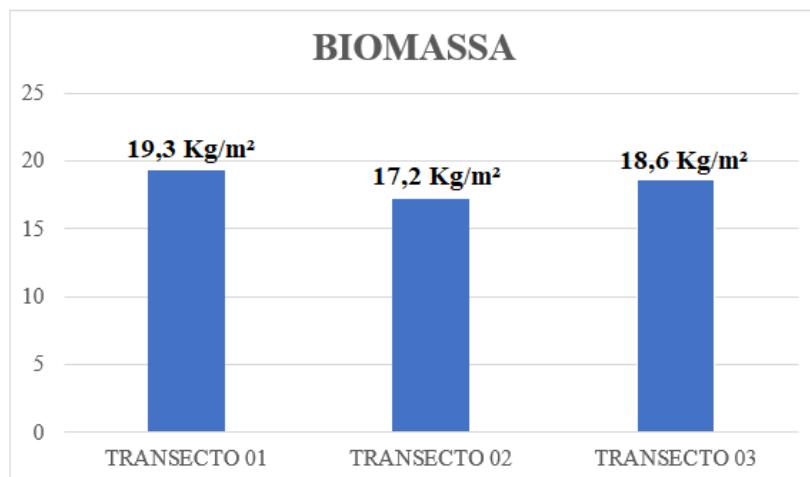


Figura 5. Valores obtidos através do cálculo da Biomassa das Macrófitas Aquáticas.

No gráfico acima é possível observar elevados valores de biomassa no ponto amostrado. Tal resultado era esperado, visto que o cálculo do IQA e as análises do tecido vegetal das macrófitas aquáticas correlacionaram com os resultados atingidos no cálculo da biomassa.

Mesmo que o resultado do Índice de Qualidade da Água no P4 foi considerado bom, é possível verificar a influência que o lançamento de efluentes *in natura* no córrego Boa Esperança tem sobre a Barragem Valter Matiello, visto que o valor do cálculo da biomassa nessa área foi relativamente alto.

O fato dos valores dos nutrientes estarem mais baixos e a biomassa das macrófitas aquáticas elevada, pode ser devido esses vegetais possuírem uma grande capacidade de filtração de nutrientes. E pelo fato destes bancos de macrófitas serem carreados pelo vento e pela ajuda da correnteza, quando chegam próximas a um barramento, incorporam muito nutriente, por isso o IQA do P4 é melhor em comparação ao IQA do P1 e P2.

As análises químicas das plantas também nos permitem confirmar esse estudo, visto que, as taxas em relação a literatura estudada, mostram que os parâmetros analisados das macrófitas aquáticas estão relativamente alterados, ou seja, mesmo que a qualidade da água da Barragem Valter Matiello seja considerada boa, há uma considerável influência do lançamento *in natura* de efluentes domésticos.

Devido ao alto potencial que as macrófitas aquáticas apresentam juntamente com a facilidade de crescimento, muitos estudos de reaproveitamento de biomassa afirmam que essas plantas podem ser utilizadas para a produção de adobe, adubação orgânica, compostagem e alimentação animal⁽²³⁾.

De acordo com Pompêo⁽²⁴⁾, no Brasil há diversos estudos que comprovam a viabilidade do uso da massa vegetal de macrófitas aquáticas retiradas de reservatórios. Dentre os usos que já mostraram a sua efetividade, podemos citar a bioabsorção (que é a remoção de metais pesados das águas), fitorremediação (pode ser traduzida como um processo que utiliza plantas como agentes de purificação de ambientes aquáticos ou terrestres, contaminados ou poluídos), fitoquímica

(princípio que utiliza das plantas para produção de drogas ou princípios ativos), fertilizantes, biogás e o uso como ração animal. Como fertilizante, a macrófita é utilizada através da compostagem, onde a quantidade do produto final se reduz pela metade ou bem menos, favorecendo o uso na agricultura ou viabilizando o descarte no solo sem grandes riscos ambientais.

Conforme mostra a Figura 6, os valores de IQA observados para os quatro pontos de coleta estudados variaram entre 16,02 e 71,7, enquadrando-se, respectivamente, nas faixas de qualidade Péssima e Boa.

A análise dos valores obtidos permite observar, que o melhor valor de IQA (P3= 71,7), está a montante da confluência do Rio Itauninhas com o Córrego Boa Esperança (P2= 22,4), por isso, é possível afirmar que há uma considerável influência na qualidade da água na Barragem Valter Matielo, visto que, mesmo o IQA do P4 sendo enquadrado como Bom, os índices de Fósforo e Oxigênio Dissolvido sofreram alterações, indicando que o corpo hídrico está eutrofizado.

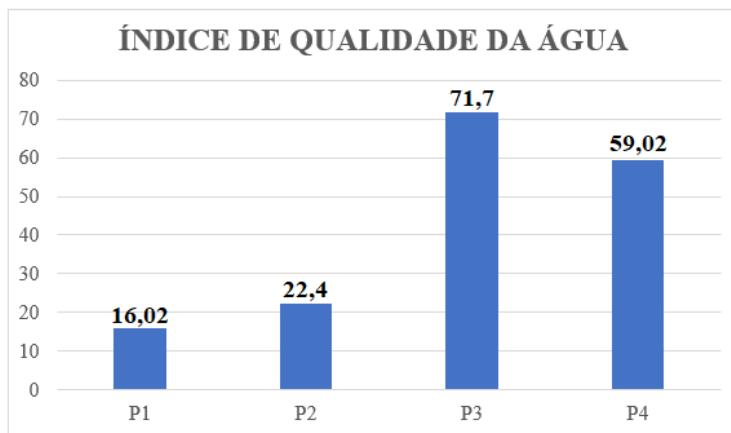


Figura 6. Determinação de IQA nos Pontos de Coleta, na área da Barragem Valter Matielo.

O menor valor de IQA é encontrado no P1 (16,02), onde a área em estudo está localizada em um ponto receptor de efluentes domésticos *in natura*. Esses efluentes são oriundos do município de Boa Esperança – ES. Dentre os parâmetros analisados, os níveis de Coliformes Termotolerantes, Fósforo Total, Oxigênio

Dissolvido e pH não estão dentro dos limites impostos pela RESOLUÇÃO CONAMA 357⁽²⁵⁾, para águas da classe 2.

O lançamento de efluentes *in natura* nos corpos d'água propicia o aumento de substâncias que, geralmente, são encontradas em baixos níveis de concentrações nos ecossistemas aquáticos⁽²⁶⁾.

Segundo Barros⁽²⁷⁾, o excesso de nutrientes, sobretudo o nitrogênio e o fósforo, são alguns dos responsáveis pelo elevado crescimento de algas e macrófitas aquáticas, capazes de resultar no processo de eutrofização dos corpos hídricos.

A avaliação desses resultados, é verificado através do resultado da biomassa das macrófitas aquáticas obtidas, visto que o respectivo córrego tem potencial influência na qualidade da água na Barragem Valter Matiolo.

A comunidade zooplânctônica dos pontos em estudo, foi representada por 28 *taxa*, sendo 15 Rotíferos, 05 Protozoários, 06 Cladóceros, 02 Copepodos nos seus estágios naupliares, copepoditos e adultos de Calanoída e Cyclopoída, e também, 01 outro organismo (Nematóide – verme), sendo este característico de águas poluídas por efluentes domésticos.

Os Protozoários encontrados na área em estudo foram representados exclusivamente pelas tecamebas. Estes organismos se caracterizam por ter carapaça esclerotizada, constituída pela junção de fragmentos minerais ou orgânicos⁽²⁸⁾. Dentre esses organismos, o *taxon* mais frequente nos quatro pontos de coleta foi a *Arcella hemisphaerica*. Já entre os Rotíferos, o *taxon* encontrado com mais frequência nas análises planctônicas foram os *Bdelloida*, organismos característicos do Zooplâncton fluvial e lacustre.

Os microcrustáceos (Cladóceros e Copépodos) foram pouco frequentes nos pontos de ambientes lóticos, em geral, predominaram os Nauplios (larvas) do grupo Copépodos. Essa baixa frequência pode estar associada à correnteza da água, que é um atributo negativo, já que geralmente esses organismos são oriundos de ambientes lênticos adjacentes⁽²⁹⁾. No presente estudo, a grande maioria de ocorrência desses organismos ocorreu no P4, único ponto característico de ambiente lêntico.

O Índice de Diversidade da comunidade planctônica no período de estudo esteve entre 0,98 e 2,69 Nats.ind⁻¹. O Índice de Diversidade da comunidade planctônica nos quatro pontos de coleta podem ser relacionados com os valores de IQA, ou seja, onde o Índice de Qualidade da Água foi classificado como Péssimo e Ruim, o Índice de Diversidade foi considerado baixo. De acordo com Shannon e Weaver⁽¹¹⁾, os índices inferiores a 2,0 Nats.ind⁻¹, são considerados baixos, e os índices superiores a 3,0 Nats.ind⁻¹, relativamente altos. Nota-se que o Índice de Diversidade na maioria dos pontos de coleta esteve entre 1 e 3 Nats.ind⁻¹.

Baseando-se em Wilhm e Dorris⁽³⁰⁾, pode-se concluir que as águas do trecho estudado podem ser consideradas com moderado teor de matéria orgânica, o que influenciou a comunidade dos organismos zooplânctônicos. No P1, ponto mais crítico estudado, situado no córrego Boa Esperança, que recebe diariamente os efluentes gerados pelo município de Boa Esperança – ES, nota-se que o valor do Índice de Diversidade esteve abaixo de 1 Nats.ind⁻¹, o que, segundo os mesmos autores, indica que as águas apresentam um teor crítico de matéria orgânica, fato este esperado, já que o efluente é lançado *in natura* no corpo hídrico. Há estudos com valores de diversidades bem semelhantes quando se trata de córregos que cortam a zona urbana, como é o caso do córrego urbano na bacia do Rio Preto localizado no Distrito Federal e em Goiás, e o córrego Ribeirão das Pedras, localizado no distrito de Vila Pereira, na cidade de Nanuque/MG⁽²⁸⁾.

Os pontos P1 e P2, que sofrem potencial influência do lançamento de efluente doméstico *in natura*, apresentaram baixo IQA e baixa diversidade em relação aos demais pontos, além disso, foi verificada a presença da espécie *Cephalodella mucronata*, que segundo Landa et al.⁽³⁰⁾, são organismos característicos de ambientes com moderado teor de matéria orgânica. Nesses dois pontos, também podemos confirmar a presença de nematoides na análise planctônica, verme indicativo de presença de substâncias provenientes de esgotos domésticos, que indicam que o ecossistema aquático se encontra com qualidade muito ruim à péssima, oferecendo riscos à saúde da população que tem contato com o curso d'água.

No P3, ponto antes de receber efluentes oriundos do córrego Boa Esperança e onde o valor do Índice de Qualidade da Água foi maior, o Índice de Diversidade pode ser considerado bom, tendo valor de $H' = 2,69 \text{ Nats.ind}^{-1}$.

No P4, ambiente lêntico, a jusante do Córrego Boa Esperança, mesmo tendo apresentado um IQA bom, a diversidade não foi considerada alta, e foi encontrada a espécie *Thermocyclops decipiens*, conhecida como indicadora de ambientes eutróficos⁽³²⁾.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos no trecho estudado, conclui-se que o índice de qualidade das águas piorou a partir do lançamento de efluentes domésticos *in natura* no corpo hídrico. Essa baixa qualidade da água também se confirmou a partir dos baixos índices de diversidade encontrados nesse trecho, como também a presença de espécies zooplânctônica predominantes, indicadoras de águas poluídas. A ocorrência de organismos como o verme Nematoide nos pontos onde há maior influência do lançamento de esgoto *in natura*, reforçam a ideia de que o ambiente se encontra inadequado, oferecendo riscos à saúde e ao ambiente.

Apesar do valor do IQA da Barragem Valter Matiello ter sido considerado bom, foram encontrados organismos indicadores de corpo d'água eutrofizados, como também, verificou-se a influência que o esgoto tem sobre o desenvolvimento de macrófitas aquáticas no local, por meio de análises químicas do tecido vegetal. Através da biomassa das macrófitas aquáticas encontrada na Barragem Valter Matiello, pode-se inferir que o ambiente se encontra inapropriado para usos da população, sendo capaz de causar efeitos adversos para o meio aquático, como também prejuízos econômicos. Os resultados encontrados indicam a necessidade do tratamento dos efluentes antes do seu lançamento no corpo hídrico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CIM Itauninhas pela parceria e financiamento das coletas de água, em especial, o Sr. Edmilson Themóteo da Cunha, que esteve presente em todas as fases do processo de realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- (1) Franz, GAS; Cunha, CLN; Gobbi, MF. Eutrofização em um reservatório destinado ao abastecimento público: o caso do reservatório do Iraí-PR. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, v. 17, p. 2007, 2007.
- (2) Esteves, FA. Gênese dos Ecossistemas Lacustres. In: Esteves, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3^a Ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2011, p. 83-112.
- (3) Barbosa, EA. Macrófitas aquáticas em um reservatório da grande João Pessoa, Paraíba-Brasil. 2012.
- (4) INCAPER. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural Proater. Disponível em <<https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Nordeste/Pinheiros.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2018.
- (5) AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 13 de maio de 2018.
- (6) AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. Standard methods for examination of water and wastewater. 22. ed. Denver: APHA, 2012.
- (7) Carmo, CAFS., Araújo, WS, Bernardi, ACC, Saldanha, MFC. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2000. 41p. (Circular Técnica 6).
- (8) Buckland, ST; Anderson, DR; Burnham, KP; Laake, JL; Borchers, DL; Thomas, L. Introduction to distance sampling. Oxford: Oxford University Press, 2001.
- (9) Burnham, KP, Anderson, DR, Laake, JL. 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wildlife Monographics, 72:1-202.
- (10) Faria, OB, Espíndola, ELG. 2005. Produção de adobe com biomassa de macrófitas aquáticas: uma alternativa para retirada e encapsulamento de poluentes de lagos e reservatórios. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, 1: 7-17.

- (11) Shannon, CE; Weaver, W. The mathematycal theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, 1963, p. 117.
- (12) Pielou, EC. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of theoretical biology*, 13: 131-144.
- (13) Davis, D. Digital Theory. In: Davis, D., Patronis, E., Brown, P. ed. *Sound System Engineering*. Focal Press. 2013. p. 33-50.
- (14) Thomaz, SM.; Esteves, FA. Comunidade de Macrófitas Aquáticas. In: Esteves, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 3^a Ed. Rio de Janeiro. Interciência, 2011, p. 461-521.
- (15) Martins, AT.; Pitelli, RA. 2005. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. *Planta daninha*, 23: 233-242.
- (16) Mees, JBR. Uso de aguapé (*Eichhornia crassipes*) em sistema de tratamento de efluentes de matadouro e frigorífico e avaliação de sua compostagem. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2006.
- (17) Henry-Silva, GG; Camargo, AFM. 2006. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents. *Scientia Agricola*, 63: 433-438.
- (18) Gonçalves Júnior, AC, Lindino, CA, Rosa, MF, Baricatti, R, Gomes, GD. 2008. Remoção de metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo em biofertilizante suíno utilizando macrófita aquática (*Eichhornia crassipes*) como bioindicador. *Acta Scientiarum. Technology*, 30: 9-14.
- (19) Henry-Silva, GG, Camargo, AFM, Pezzato, MM. 2002. Effect of nutrient concentration on the growth of *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* and *Salvinia molesta*. *EWRS on Aquatic Weeds*. 1: 40-43.
- (20) Camargo, AFM, Pezzato, MM, HENRY-SILVA, G. Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas. In: Thomaz, S. M.; Bini, L. M. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. 1^a Ed. Maringá: EDUEM, 2003, p. 59-83.
- (21) Tundisi, JG. Água no século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos. Rima, IIE, 2003, p. 67-68.
- (22) Farias, WM, Andrade, LA, Albuquerque MB, Cunha, JR. 2016. Utilização de macrófitas aquáticas em substrato para a produção de mudas de moringa. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36 (85): 25-30.

- (23) Gentelini, AL, Gomes, SD, Feiden, A, Zenatti, D, Sampaio, SC, Coldebella, A. 2008. Produção de biomassa das macrófitas aquáticas *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Egeria densa* (egeria) em sistema de tratamento de efluente de piscicultura orgânica. Semina: Ciências Agrárias, 29(2): 441-448.
- (24) Pompêo, M. Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros. São Paulo. Instituto de Biociências da USP, 2017, p. 138.
- (25) BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Brasilia: Gráfica e Editora Itamarato, 2005.
- (26) Esteves, FA; Barbosa, FAR. 1986. Eutrofização artificial: a doença dos lagos. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, 5(27): 56-61.
- (27) Barros, AML. Aplicação do modelo Moneris à bacia hidrográfica do rio Ipojuca, Pernambuco. Recife: UFPE, 2008. 193 f. Dissertação.
- (28) Maas, ASVD, Santos, KPA, Landa, GG. Avaliação da qualidade das águas do Ribeirão das Pedras no distrito de Vila Pereira - Nanuque (MG). In: Feira de Ciências e Inovações Tecnológicas, 2015, Belo Horizonte. Vértice Técnica. Belo Horizonte: Crea - Minas, 2015. p. 42.
- (29) Tundisi, JG; Tundisi, TM. Limnologia. 2^a ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos. 2008, p. 632.
- (30) Wilhm, JL; Dorris, TC. Biological parameters for water quality criteria. Bioscience, p. 477-481, 1968.
- (31) Landa, GG., Ferreira, HLM; Mourthe Jr, CA; Junqueira, MV; Estanislau, CAM; Fonseca, MF. 1998. Saprobioptic valences for microflora and microfauna species of tropical aquatic ecosystems - preliminary studies - Minas Gerais, Brazil. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen, 26 (4): 1737-1740.
- (32) Landa, GG, Barbosa, FAR; Rietzler, AC; Maia-Barbosa, PM et al. 2007. *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929). (Copepoda, Cyclopoida) as indicator of water quality in the State of Minas Gerais, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 50 (4): 695-705.