

MONITORAMENTO AMBIENTAL: DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR.

Autor(a) Gustavo Rodrigues Siebra

gustavo.siebra@hotmail.com; gustavo.siebra@estudante.ifms.edu.br

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

III Seminário de Pós-graduação do IFMS – SEMPOG IFMS 2023

Resumo. *Objetivou-se com este trabalho apresentar uma avaliação dos possíveis impactos ambientais na qualidade das águas superficiais em uma área de lavoura de cana-de-açúcar sob o efeito das práticas de fertirrigação com o efluente oriundo do processo de industrialização da cana conhecido como vinhaça, no Município de Ivinhema, Estado de Mato Grosso do Sul. Para a realização do trabalho, foram utilizados indicadores e parâmetros pré-existentes na bibliografia e legislação, adotando-se análises de amostras de água, no sentido de se investigar as duas condições em dois determinados períodos no ano de 2016. Com os resultados, não foram encontrados parâmetros que ultrapassassem os limites estabelecidos pela legislação vigente, no entanto é recomendável a continuidade deste monitoramento por maiores períodos, o que possibilitará a construção de um banco de dados da qualidade das águas na região, o que poderá servir inclusive como uma ferramenta de gestão para o adequado dos recursos hídricos da região, tanto para órgãos ambientais quanto para médios e grandes empreendimentos.*

Palavras-Chave. *Águas superficiais, vinhaça, cana-de-açúcar.*

Abstract. *The objective of this work was to present an evaluation of the possible environmental impacts on the quality of surface water in a sugarcane plantation area under the effect of fertirrigation practices with the effluent from the sugarcane industrialization process known as vinasse, in the Municipality of Ivinhema, State of Mato Grosso do Sul. To carry out the work, pre-existing indicators and parameters in the bibliography and legislation were used, adopting analyzes of water samples, in order to investigate the two conditions in two certain periods in 2016. With the results, no parameters were found that exceeded the limits established by current legislation, however it is recommended to continue this monitoring for longer periods, which will enable the construction of a water quality database in the region, which could even serve as a management tool for the appropriate use of water resources in the region, both for environmental agencies and for medium and large enterprises.*

Keywords. *Surface water, vinasse, sugar cane.*

1. INTRODUÇÃO

A produção do etanol, açúcar e da bioeletricidade produzida a partir da cana-de-açúcar, no Estado de Mato Grosso do Sul, tem demonstrado um expressivo crescimento na matriz energética nacional, diante disso, torna-se importante verificar o processo produtivo da cana-de-açúcar e seus impactos ambientais.

Com a expansão da cadeia produtiva sucroalcooleira no estado de Mato Grosso do Sul, especialmente no Vale do Rio Ivinhema, e com a comum prática da fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça (resíduo líquido do processo de destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado, para a obtenção do etanol, com geração média de 12 litros de vinhaça para cada litro de álcool produzido) e com vistas a conservação dos recursos hídricos existentes nessas regiões, é importante conhecer e mensurar os possíveis impactos ao meio ambiente.

O vinhoto é caracterizado como efluente de destilarias com potencial poluidor se mal gerenciado e alto valor fertilizante. O seu uso na fertirrigação deve ser controlado para evitar impactos ambientais negativos no solo, nascentes e lençóis freáticos.

A aplicação controlada da vinhaça é reconhecidamente uma boa prática na agricultura da cana-de-açúcar dos pontos de vista ambientais e produtivos, pois permite a reciclagem de um resíduo industrial, melhora na qualidade e fertilidade do solo, redução da captação de água, redução do uso de fertilizantes químicos e custos decorrentes.

Respeitando-se as características dos solos onde é aplicada, a localização das nascentes d'água e os volumes, a vinhaça não tende provocar efeitos negativos. Resultados nos testes até hoje indicam que não há impactos danosos ao solo com doses inferiores a 300 m³/ha. Acima deste valor, pode haver danos ao solo ou, em casos específicos (solos arenosos ou rasos), contaminação das águas subterrâneas (SOUZA, 2005).

Com o avanço das atividades agroindustriais na região do Vale do Ivinhema, onde a utilização da fertirrigação com vinhaça e outros efluentes tem sido aplicado nas lavouras de cana-de-açúcar, poderia esta prática, estar causando alterações na qualidade das águas superficiais, quanto aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos?

Desta forma, este trabalho propõe-se ao monitoramento ambiental da qualidade das águas superficiais, em uma determinada localidade onde há a prática da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça no Município de Ivinhema, e assim aferir

parâmetros estabelecidos em legislação.

2. METODOLOGIA

Um programa de monitoramento, geralmente, inclui coletas frequentes nos mesmos pontos de amostragem e análises laboratoriais de diversos parâmetros, que resultam em uma matriz de grandes dimensões (Simeonov et al. 2003 apud Andrade et al. 2007), além do uso de índices de qualidade da água, os quais são utilizados como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos na bacia hidrográfica ao longo do tempo (Toledo et al. 2002).

Para este monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais em área sob influência da fertirrigação, foram definidas seis estações amostrais (EA), conforme a seguinte descrição: E1 – Córrego Libório (Montante), E2 - Córrego Libório (Jusante), E3 - Córrego do Rosário (Montante), E4 - Afluente do Córrego Vitória (Jusante), E5 – Córrego Vitória (Montante) e E6 - Córrego Vitória (Jusante) (Tabela 1 e Figura 1).

Também foi definido o escopo de parâmetros que foram empregados nas avaliações, conforme preconiza a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 357/2005 que 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. (Tabela 2).

Tabela 1. Coordenadas geográficas e descrição das estações de amostragem empregadas no monitoramento ambiental das variáveis limnológicas (físicas, químicas e microbiológicas) na área de fertirrigação.

Estação Amostral	Coordenadas (UTM)	Profundidade (m)	Descrição
EA 01	22K0197334/UTM7518446	0,30 – 0,50	Córrego Libório
EA 02	22K0200976/UTM7515786	0,30 – 0,80	Córrego Libório
EA 03	22K0201661/UTM7522150	0,50 – 1,90	Córrego Rosário
EA 04	22K0211702/UTM7515413	0,40 – 1,20	Afluente Córrego Vitória
EA 05	22K0206764/UTM7525376	0,30 – 1,40	Córrego Vitória
EA 06	22K0211636/UTM7517669	0,60 – 1,60	Córrego Vitória



Figura 1. Estações amostrais definidas para o monitoramento das variáveis limnológicas (físicas, químicas e microbiológicas da água) sendo: EA 01 Córrego Libório (Montante), EA 02 Córrego Libório (Jusante), EA 03 Córrego do Rosário (Montante), EA 04 Afluente do Córrego Vitória (Jusante), EA 05 Córrego Vitória (Montante) e EA 06 - Córrego Vitória (Jusante) na área de influência da atividade de fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar. Obtido com suporte do Software Google Earth.

Tabela 2. Variáveis limnológicas (físicas, químicas e microbiológicas da água) medidas nas estações EA 01 Córrego Libório (Montante), EA 02 Córrego Libório (Jusante), EA 03 Córrego do Rosário (Montante), EA 04 Afluente do Córrego Vitória (Jusante), EA 05 Córrego Vitória (Montante) e EA 06 Córrego Vitória (Jusante) na área de influência da atividade de fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar.

VARIÁVEL	UNIDADE	VMP
Temperatura amostra	°C	40,0
Temperatura ambiente	°C	-
Transparência	-	-
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1
Cádmio Total	mg/L	0,001
Cloreto Total	mg/L	250,0
Cobre	mg/L	0,009
Condutividade	µS/cm	-
Cromo	mg/L	0,05
DBO	mg/L	≤5,0
DQO	mg/L	-
Ferro	mg/L	0,3
Fosfato Total	mg/L	-
Glifosato	µg/L	65,0
Manganês	mg/L	0,1
Níquel	mg/L	0,025
Nitrato	mg/L	10,0
Nitrito	mg/L	1,0
Nitrogênio kjedahl total	mg/L	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5,0
pH	-	6,0–9,0
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500
Triflurarina	µg/L	0,2
Turbidez	UNT	<100,0
Zinco	mg/L	0,18
Coliformes Totais	NMP/100mL	-
Coliformes fecais (<i>E. coli</i>)	NMP/100mL	1000

Para a avaliação da qualidade da água todos os procedimentos de coletas, preservação, armazenamento e transportes de amostras foram realizados de acordo com o Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988), NBR 13895 (ABNT, 1997) e o método 1060 do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed (APHA; AWWA; WEF 2012).

As coletas foram realizadas no canal dos corpos hídricos. Para realização de amostra pontual, foi utilizado um balde de inox com capacidade de 15L, mergulhando-o aproximadamente 20 cm abaixo da superfície. Após a coleta com balde, a amostra foi homogeneizada e distribuída nos frascos de coletas. Após estes procedimentos, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e enviadas para análise, respeitando-se o holding-time de cada parâmetro ou o conjunto deles. A coleta da amostra, para análise do parâmetro oxigênio dissolvido, foi feita diretamente na garrafa de Winkler, sendo realizada imediatamente sua fixação.

Todas as coletas de amostras foram documentadas através de uma ficha contendo informações do local amostrado, condições climáticas e a situação das amostras ao entrarem no laboratório.

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com as técnicas preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed (APHA; AWWA; WEF, 2012). As análises laboratoriais contemplaram os parâmetros previstos na Tabela 2.

Em resumo, este monitoramento consiste na avaliação de resultados obtidos a partir de análises laboratoriais de amostras coletadas in loco. Tais resultados são comparados com os Valores Máximos Permissíveis - VMP's previstos na Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, para Classe 2. Tal resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas superficiais e dá outras providências.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados e discutidos os resultados das amostragens do Monitoramento Ambiental da Qualidade das Águas Superficiais na Área Sob Influência da

Fertirrigação. As amostragens foram realizadas nos meses de março e junho de 2016 respectivamente, na área de influência já mencionada.

De posse dos resultados, as amostragens realizadas nos meses de Março e Junho de 2016, todos os parâmetros analisados atenderam aos padrões de qualidade avaliados, ou seja, mantiveram-se abaixo do Valor Máximo Permitido (VMP) pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 357 de 2005.

Os resultados obtidos por meio de análises físico-químicas e bacteriológicas da água superficial dos recursos hídricos monitorados, estão demonstrados nas Tabelas 3 e 4, e foram coletadas nas estações amostrais alocadas nos corpos hídricos, a saber: EA 01 Córrego Libório (Montante), EA 02 Córrego Libório (Jusante), EA 03 Córrego do Rosário (Montante), EA 04 Afluente do Córrego Vitória (Jusante), EA 05 Córrego Vitória (Montante) e EA 06 Córrego Vitória (Jusante).

Tabela 3. Resultados das variáveis limnológicas (físicas, químicas e microbiológicas da água) medidas nas estações EA 01 Córrego Libório (Montante), EA 02 Córrego Libório (Jusante), EA 03 Córrego do Rosário (Montante), EA 04 Afluente do Córrego Vitória (Jusante), EA 05 Córrego Vitória (Montante) e EA 06 Córrego Vitória (Jusante) durante a 1ª Amostragem das Águas Superficiais (março de 2016) na área sob a influência da fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

VARIÁVEL	UDM	VMP	Estações de amostragem					
			EA 01	EA 02	EA 03	EA 04	EA 05	EA 06
Temperatura amostra	°C	40,0	24,8	27,1	24,1	26,7	25,8	26,1
Temperatura ambiente	°C	-	27,8	29,1	30,1	33,8	28,7	28,8
Transparência	-	-	0,30	0,38	0,35	0,28	0,37	0,40
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,05	0,02
Cádmio Total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cloreto Total	mg/L	250,0	<1,0	1,0	1,0	11,0	8,0	6,0
Cobre	mg/L	0,009	<0,001	<0,001	0,002	0,001	<0,001	<0,001
Condutividade	µS/cm	-	10,9	39,2	19,5	18,1	17,4	10,0
Cromo	mg/L	0,05	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
DBO	mg/L	≤5,0	2,0	1,0	<1,0	<1,0	2,0	2,0
DQO	mg/L	-	5,0	2,0	1,0	2,0	8,0	5,0
Ferro	mg/L	0,3	0,002	0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,003
Fosfato Total	mg/L	-	0,16	0,09	0,12	0,03	0,01	0,01
Glifosato	µg/L	65,0	<22	<22	<22	<22	<22	<22
Manganês	mg/L	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Níquel	mg/L	0,025	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Nitrato	mg/L	10,0	0,1	0,2	1,0	<0,1	0,1	0,1
Nitrito	mg/L	1,0	0,01	0,01	0,02	0,05	0,02	0,01
Nitrogênio kjedahl total	mg/L	-	0,11	0,21	1,02	0,06	0,12	0,11
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5,0	6,8	6,2	6,9	7,0	6,2	6,7
pH	-	6,0-9,0	6,88	6,97	7,11	7,06	7,04	7,07
Sólid. dissolvidos totais	mg/L	500	6,0	12,0	8,0	8,0	5,0	6,0
Triflurarina	µg/L	0,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Turbidez	UNT	<100,0	30,0	35,0	25,0	35,0	15,0	15,0
Zinco	mg/L	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	5,4x10 ⁴	5,5x10 ⁴	4,6x10 ⁴	2,8x10 ⁴	4,2x10 ⁴	4,8x10 ⁴
Colif. fecais (<i>E. coli</i>)	NMP/100mL	1000	8,8x10 ²	8,2x10 ²	7,0x10 ²	5,0x10 ²	6,9x10 ²	7,6x10 ²

VMP - Valor Máximo Permissível estabelecido na Resolução CONAMA 357, art. 15 - padrões de qualidade das águas doces Classe 2.

Tabela 4. Resultados das variáveis limnológicas (físicas, químicas e microbiológicas da água) medidas nas estações EA 01 Córrego Libório (Montante), EA 02 Córrego Libório (Jusante), EA 03 Córrego do Rosário (Montante), EA 04 Afluente do Córrego Vitória (Jusante), EA 05 Córrego Vitória (Montante) e EA 06 Córrego Vitória (Jusante) durante a 2ª Amostragem das Águas Superficiais (junho de 2016) na área sob a influência da fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

VARIÁVEL	UDM	VMP	Estações de amostragem					
			EA 01	EA 02	EA 03	EA 04	EA 05	EA 06
Temperatura amostra	°C	40,0	21,1	15,4	19,8	22,1	19,5	20,2
Temperatura ambiente	°C	-	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	24,0
Transparência	-	-	0,38	0,32	0,40	0,30	0,30	0,36
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	< 0,01
Cádmio Total	mg/L	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cloreto Total	mg/L	250,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Cobre	mg/L	0,009	< 0,001	< 0,001	0,002	0,002	< 0,001	< 0,001
Condutividade	µS/cm	-	133,2	127,0	120,5	111,7	128,2	132,7
Cromo	mg/L	0,05	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
DBO	mg/L	≤5,0	1,0	1,0	< 1,0	< 1,0	3,5	< 1,0
DQO	mg/L	-	4,0	2,0	2,0	1,0	10,0	1,0
Ferro	mg/L	0,3	0,002	0,200	< 0,001	0,005	0,006	< 0,001
Fosfato Total	mg/L	-	0,03	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Glifosato	µg/L	65,0	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Manganês	mg/L	0,1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Níquel	mg/L	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrato	mg/L	10,0	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	< 0,1
Nitrito	mg/L	1,0	< 0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	< 0,01
Nitrogênio kjedahl total	mg/L	-	0,22	0,35	0,25	0,36	0,24	0,01
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥ 5,0	5,7	6,6	7,4	5,2	5,4	5,39
pH	-	6,0-9,0	6,15	6,25	6,55	6,12	6,37	7,02
Sólid. dissolvidos totais	mg/L	500	68,6	61,5	59,0	58,7	68,5	67,3
Trifluralina	µg/L	0,2	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Turbidez	UNT	<100,0	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35	0,54
Zinco	mg/L	0,18	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	6,2x10 ⁴	5,8x10 ⁴	4,6x10 ⁴	5,5x10 ⁴	4,6x10 ⁴	6,2x10 ⁴
Colif. fecais (<i>E. coli</i>)	NMP/100mL	1000	9,0x10 ²	8,5x10 ²	7,0x10 ²	7,4x10 ²	8,5x10 ²	8,0x10 ²

VMP - Valor Máximo Permissível estabelecido na Resolução CONAMA 357, art. 15 - padrões de qualidade das águas doces Classe 2.

A seguir os resultados obtidos para alguns dos parâmetros analisados foram detalhados e comentados.

3.1. OXIGÊNIO DISSOLVIDO E TEMPERATURA DA ÁGUA

O oxigênio dissolvido é empregado como padrão de classificação para águas naturais conforme Resolução Conama 357/2005, que estabelece que a concentração desse elemento não pode ser inferior a 6 mg/L em águas doces Classe 1, 5 mg/L em águas doces Classe 2, 4mg/L em águas doces Classe 3 e 2 mg/L para águas doces Classe 4. Para o presente monitoramento, os recursos hídricos estudados são considerados de Classe 2. A

variação temporal dos dados das campanhas pode ser visualizada no gráfico apresentado na Figura 2.

Excelentes níveis de oxigenação foram registrados durante o período de amostragem, com concentrações de oxigênio dissolvido acima dos limites mínimos exigidos pela Resolução CONAMA 357/05, de 5,00 mg de O₂/L, para rios de Classe 2, conforme apresentado na Figura 2. O parâmetro Oxigênio Dissolvido apresentou comportamento adequado e até mesmo superior ao previsto em legislação pertinente, Resolução CONAMA 357/2005.

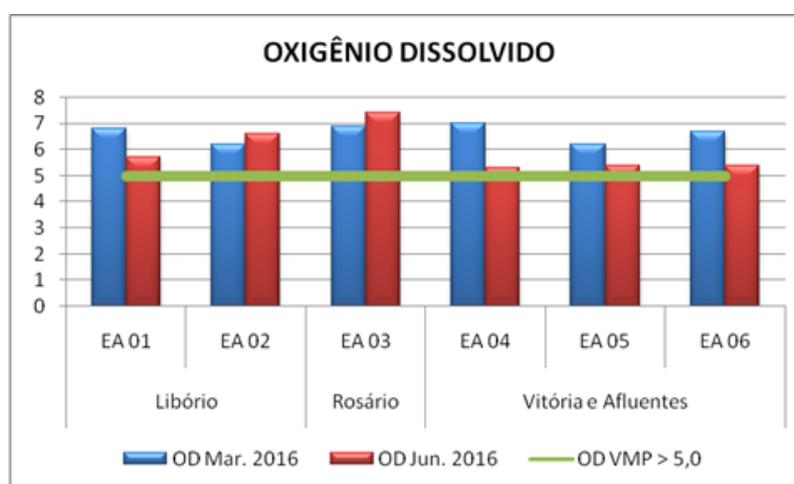


Figura 2. Gráfico ilustrando as concentrações obtidas de Oxigênio Dissolvido nas estações de coleta e VMP (Valor Máximo Permitido conforme CONAMA n°. 357/2005, sendo maior ou igual a 5,0 mg/L) durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho de 2016), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e em estações de tratamento de esgotos. Através da medição da concentração de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática (CETESB, 2009).

A temperatura da água não é parâmetro de classificação para águas naturais, segundo a Resolução CONAMA 357. Como a concentração de oxigênio dissolvido está associada à temperatura da água, o gráfico a seguir apresenta a variação observada nesse parâmetro (Figura 3).

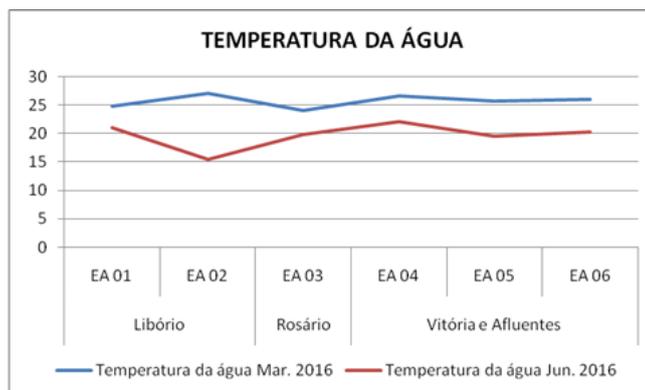
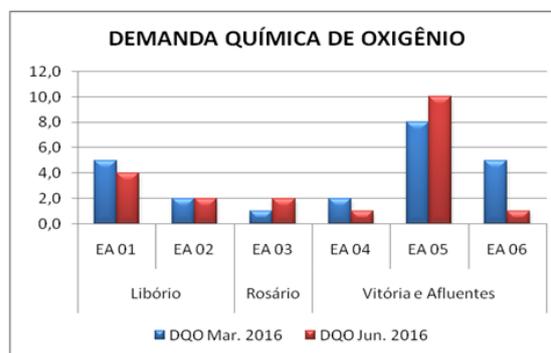
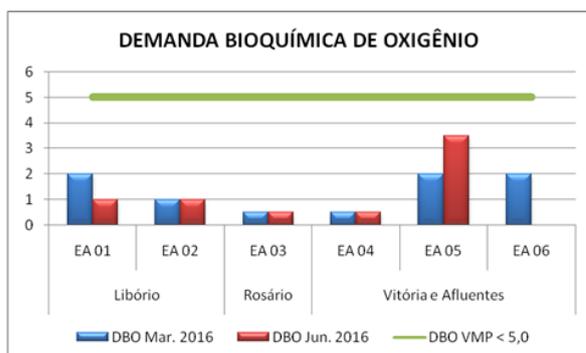


Figura 3. Gráfico ilustrando a temperatura da água nas estações de coleta durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

Nos córregos Libório, Rosário e Vitória, pôde-se observar que as temperaturas, frequentemente em média de 25,6 °C (março) e 19,3 °C (junho) são típicas do período amostrado, não sendo observadas variações anômalas ou decorrentes de poluição térmica.

3.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO E DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

DBO é empregada como padrão de classificação para águas naturais conforme Resolução Conama 357/2005. Nesta Resolução está estabelecido que a DBO deve apresentar valores inferiores a 3 mg/L O₂ em águas doces Classes 1, 5 mg/L O₂ em águas doces Classe 2 e 10 mg/L O₂ em águas doces Classe 3. Para o presente monitoramento, os recursos hídricos estudados são considerados de Classe 2.



Figuras 4 e 5. Gráfico ilustrando as concentrações obtidas de DBO e DQO nas estações de coleta durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

Com relação à DQO, a Resolução Conama 357/2005 não apresenta especificações para este parâmetro. A Figura 5 apresenta o gráfico com as variações das concentrações de DQO nas estações de amostragem.

No que concerne ao aporte de matéria orgânica, a concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) também manteve-se em pleno acordo com os limites dispostos pela Resolução CONAMA 357/05 ($VMP \leq 5,00$ mg/L) durante a 1ª e 2ª amostragem das Águas Superficiais. Os valores de DBO foram baixos, inferiores a 5,0 mg/L em todas as estações monitoradas, atendendo o limite de classe 2 da Resolução CONAMA 357/2005 (Figura 4).

3.3. POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

A Resolução Conama 357/2005 estabelece que os valores de pH não devem ser inferiores a 6 e superiores a 9 para águas doces classes 1, 2, 3 e 4. Para o presente monitoramento, os recursos hídricos estudados são considerados de Classe 2.

Não foram observadas variações significativas no pH das amostras dos Córregos Libório, Rosário e Vitória. As amostras apresentaram-se em média com pH discretamente acima de 7,0 em março indicando característica de neutralidade das águas e 6,4 em junho indicando uma tendência levemente ácida. Todas as estações de amostragem atenderam os limites da Resolução Conama 357/2005 para Classes 1, 2, 3 e 4 (Figura 6).

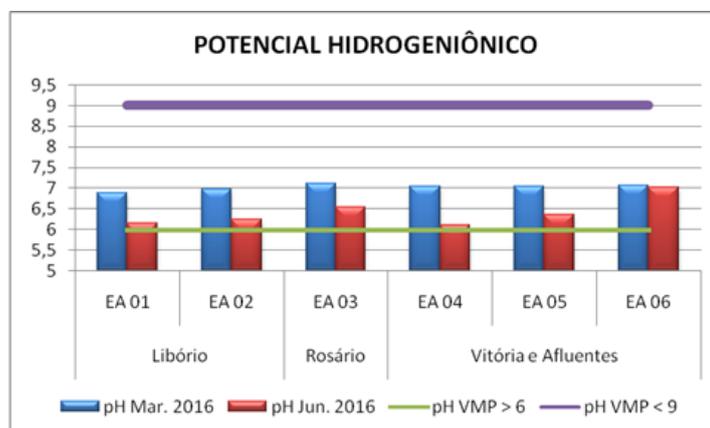


Figura 6. Gráfico ilustrando as concentrações obtidas de pH nas estações de coleta e VMP (Valor Máximo Permitido conforme CONAMA n°. 357/2005, não devendo ser inferior a 6,0 e superior a 9,0) durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

O potencial hidrogeniônico (pH), representa a concentração de íons hidrogênio, dando uma indicação de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Durante o período monitorado observou-se que o pH manteve-se em média em 7,047, indicando caráter neutro (março) e média de 6,44 indicando caráter levemente ácido (junho). (Onde: valores de pH menores que 7 representam caráter ácido, maiores que 7.0 representam caráter básico e igual a 7.0 representa caráter neutro).

3.4. NITROGÊNIO NITRATO

A concentração de nitrato deve apresentar valores inferiores a 10 mg/L N em águas doces Classes 1, 2 e 3, segundo a Resolução Conama 357/2005. Para o presente monitoramento, os recursos hídricos estudados são considerados de Classe 2.

O nitrogênio pode ser encontrado em diversas formas como amônio, amônia, nitrito e nitrato, sendo o nitrato a forma mais oxidada. O gráfico da Figura 7 apresenta a variação das concentrações de nitrato, nas estações de amostragem.

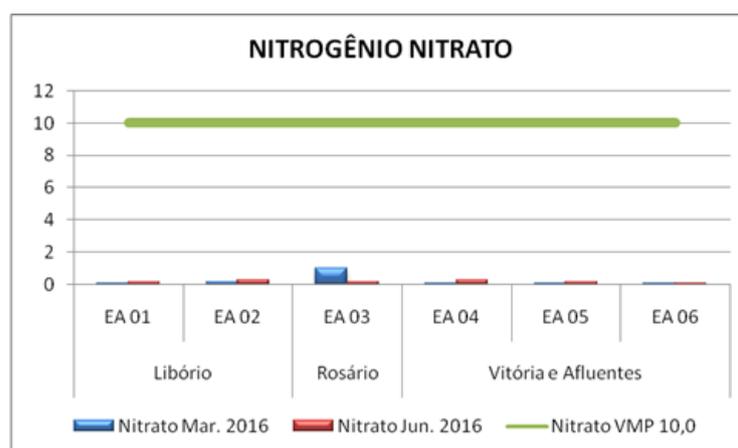


Figura 7. Gráfico ilustrando as concentrações obtidas de Nitrato nas estações de coleta e VMP (Valor Máximo Permitido conforme CONAMA n°. 357/2005, não devendo ser superior a 10,0 mg/L) durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

As amostras coletadas ao longo dos córregos Libório, Rosário e Vitória apresentaram baixas concentrações de nitrato. A maior concentração do período foi

registrada na estação EA 03 com 1,0mg/L (março). Todas as estações atendem os limites das classes 1, 2 e 3 estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005.

3.5. NITROGÊNIO NITRITO

Segundo a Resolução Conama 357/2005, a concentração de nitrito deve apresentar valores inferiores a 1,0 mg/L para águas doces Classes 1, 2 e 3. Para o presente monitoramento, os recursos hídricos são considerados de Classe 2.

O gráfico da Figura 8 apresenta a variação das concentrações de nitrito, nas estações de amostragem.

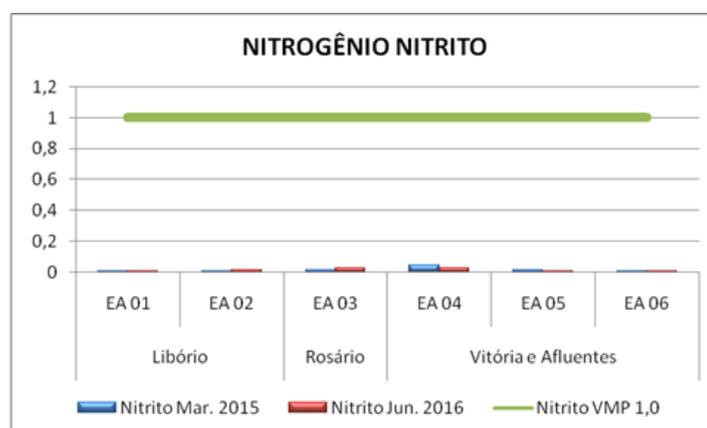


Figura 8. Gráfico ilustrando as concentrações obtidas de Nitrito nas estações de coleta e VMP (Valor Máximo Permitido conforme CONAMA n°. 357/2005, não devendo ser superior a 1,0 mg/L) durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

O parâmetro nitrito foi detectado em baixas concentrações em todas as estações de amostragem, com valores predominantemente inferiores a 0,05 mg/L. O valor mais alto ocorreu na amostra da EA 04 com 0,05 mg/L. Os resultados obtidos estão em ordem de grandeza bastante inferiores ao estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 para águas doces classes 1, 2 e 3.

3.6. FERRO

A concentração de ferro deve apresentar valores inferiores a 0,3 mg/L Fe em águas doces Classes 2 segundo a Resolução Conama 357/2005. Para o presente monitoramento, os recursos hídricos estudados são considerados de Classe 2.

O gráfico da Figura 9 apresenta a variação das concentrações de ferro, nas estações de amostragem.

O parâmetro ferro foi detectado em baixas concentrações em todas as estações de amostragem. Os valores mais altos ocorreram nas amostras da EA 02 com 2,0 mg/L (Junho), seguida EA 06 com 0,066 mg/L (Março). Os resultados obtidos estão em conformidade ao estabelecido pela Resolução Conama 357/2005 para águas doces classes 2.

Todos os resultados obtidos na 1ª e na 2ª amostragem realizadas nos meses de Março e Junho de 2016 respectivamente não ilustraram excedente na concentração de nenhum dos parâmetros investigados em nenhuma das estações amostrais avaliadas.

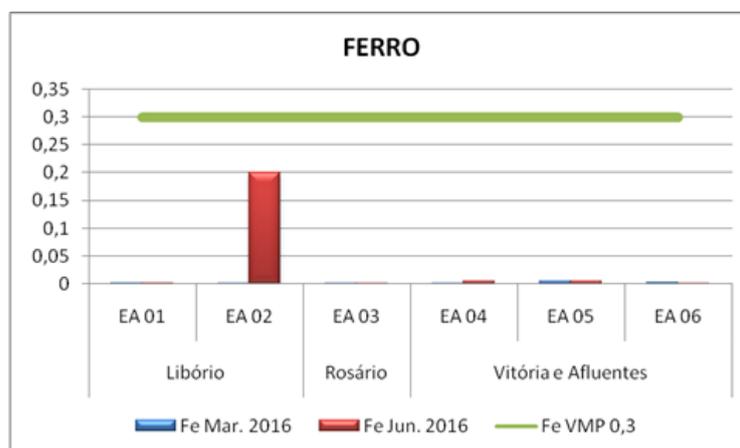


Figura 9. Gráfico ilustrando as concentrações obtidas de Ferro nas estações de coleta e VMP (Valor Máximo Permitido conforme CONAMA n°. 357/2005, sendo no máximo 0,3mg Fe/L) durante a 1ª amostragem (março de 2016) e 2ª amostragem (junho), nos Córregos Libório, Rosário e Vitória, na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo Da Silva et al. (2007), a adição de vinhaça, juntamente com a incorporação de matéria orgânica, como vem sendo praticado de forma crescente na lavoura canavieira, pode melhorar as condições físicas do solo e promover maior mobilização de nutrientes, em função, também, da maior solubilidade proporcionada pelo resíduo líquido.

A vinhaça deve ser vista, também, como agente do aumento da população e atividade microbiana no solo. A matéria orgânica pode ser considerada fator importante na

produtividade agrícola devido à influência que exerce sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Da SILVA et al., 2007).

Todos os resultados obtidos nas análises laboratoriais efetuadas nas amostras de águas superficiais coletadas nas estações de monitoramento alocadas na área de influência da fertirrigação de lavouras de cana-de-açúcar com vinhaça atenderam aos Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos na Resolução CONAMA no. 357 (BRASIL, 2005).

De qualquer forma, recomenda-se que seja dado prosseguimento ao acompanhamento dos parâmetros indicadores de qualidade nas estações de amostragem, avaliando com especial atenção a evolução dos parâmetros que em algum momento possam vir a exceder ao padrão estabelecido pela legislação vigente, para acompanhamento da situação destes cursos d'água.

Tanto na 1ª quanto na 2ª amostragem, todos os parâmetros analisados apresentaram concentrações compatíveis aos padrões de qualidade avaliados, ou seja, mantiveram-se abaixo do Valor Máximo Permitido (VMP) pelo CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

Ressalta-se que este monitoramento considerou apenas duas amostragens em períodos climáticos diferentes, justificando a importância e continuidade do monitoramento, pois a análise das concentrações de todos os parâmetros analisados fornecerão dados descritivos, qualitativos e quantitativos, sendo úteis para checar se a qualidade da água é aceitável para o uso ao qual ela se destina. Podendo assim, auxiliar a elaboração de medidas que visem o melhor uso dos recursos hídricos disponíveis, assim como a sua conservação, sem os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos.

Diante dos dados até aqui discutidos, é possível inferir que após análise dos dados coletados na amostragens, realizadas nos meses de Março e Junho de 2016, a atividade de fertirrigação das lavouras de cana-de-açúcar encontra-se apta a dar continuidade às suas operações agrícolas, por não terem sido constatadas quaisquer alterações ambientais relacionadas à Qualidade das Águas Superficiais em sua área de influência desde o início de seu monitoramento, que pudessem ser correlacionadas às atividades em questão.

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M. de; ARAÚJO, L. de F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. 2007. **Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.27, n.3, p.683-690.
- APHA; AWWA; WEF. 2012. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington: America Public Health Association.
- BRASIL. 2005. Resolução CONAMA 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: p.58-63.
- CETESB. 1988. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**, 1ª ed. São Paulo.
- LAMPARELLI, M. C. 2004. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado do São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Ecologia. São Paulo.
- SILVA, J. C. L. **A qualidade das águas superficiais e os principais critérios de avaliação**. Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/a-qualidade-das-aguas-superficiais-os-principais-criterios-avaliacao.htm>>. Acesso em 04 de janeiro de 2017.