

CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS

ESTER AGUIAR LEMOS DO PRADO¹, KARLA ALCIONE DA SILVA CRUVINEL² e SAULO BRUNO SILVEIRA E SOUZA³

¹Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFG, Goiânia-GO, ester.aguiarlp@gmail.com;

²DrA. em Ciências Ambientais, Prof. Adj. UFG, Goiânia-GO, karlaalcione@ufg.br;

³Dr. em Ciências Ambientais, Prof. Adj. UFG, Goiânia-GO, saulobruno@ufg.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: O setor sucroalcooleiro tem se destacado cada vez mais na produção agroindustrial brasileira, e para que os canaviais atinjam grandes produtividades são aplicados defensivos agrícolas como herbicidas e inseticidas, produtos fertilizantes, além da fertirrigação utilizando vinhaça. No entanto, se estas práticas não forem realizadas tecnicamente adequadas, podem sujeitar os corpos hídricos a alterações que comprometem a qualidade da água. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os resultados do monitoramento de qualidade da água de uma usina sucroalcooleira localizada no município de Edéia - Goiás. As amostras foram coletadas em seis pontos distribuídos na região da Área de Influência Direta (AID) nos meses de Julho e Novembro dos anos 2016 e 2017, e os resultados foram confrontados com a Resolução CONAMA n° 357/2005 para Classe II. Buscou-se associar as não conformidades com as atividades agrícolas realizadas nas fazendas próximas aos pontos de coleta. Foi constatado que em todas as campanhas, quatro pontos apresentaram os parâmetros ferro dissolvido, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e coliformes termotolerantes fora do padrão estabelecido. No mês de novembro de 2016 ocorreu o maior número de desvios, possivelmente pelo aumento de aplicação de defensivos no período chuvoso. Em todas as campanhas o oxigênio dissolvido esteve abaixo do permitido em pelo menos um ponto. No entanto, não pode se afirmar que essas modificações sejam exclusivamente causadas pela usina.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água; Monitoramento ambiental; Cana-de-açúcar.

CULTIVATION OF SUGAR CANE AND ITS INFLUENCE ON WATER QUALITY

ABSTRACT: The sugarcane industry has been increasingly prominent in Brazilian agroindustrial production, and for sugarcane plantations to achieve high productivity there are defensives as herbicides and insecticides, fertilizers, as well as fertigation. However, these practices also tend to reduce the water quality. The present study was carried out with the objective of evaluating the results of the monitoring water quality of a alcohol production plant located in the city of Edéia - Goiás. The samples were collected in six points in the Area of Direct Influence (ADI) in the months of July and June 2016 and 2017, based in the CONAMA Resolution N° 357/2005 for Class II. It was sought to associate non-conformities with the new activities carried out in the farms close to collection points. It was verified that from all points, four were found to have dissolved iron, dissolved oxygen, biochemical demand of oxygen and thermotolerant coliforms parameters out of standard. In November 2016, the higher number of deviations can be explained by the application of pesticides in the rainy season. In all the campaigns the dissolved oxygen was below the allowed in at least one point. However, it cannot be said that these changes are exclusively caused by the plant.

KEYWORDS: Water quality; Environmental monitoring, Sugar cane.

INTRODUÇÃO

O crescimento vertiginoso das atividades urbanas e agropecuárias são em parte responsáveis pelo comprometimento da disponibilidade hídrica, no que tange a quantidade e qualidade da água. Embora a agricultura não seja a única responsável, ela contribui de forma direta ou indireta para a degradação dos mananciais por meio da contaminação dos corpos d'água por substâncias inorgânicas, orgânicas, naturais ou sintéticas e agentes biológicos (RESENDE, 2002). Com o intuito de compensar o desequilíbrio produtivo, os agricultores aumentam a utilização de agroquímicos, para aumentar a quantidade de nutrientes disponíveis no solo, objetivando atender às demandas (IBGE, 2012).

Para se cultivar a cana-de-açúcar diversos produtos são utilizados e caso sejam aplicados de forma descontrolada oferecem risco de contaminação tanto do solo quanto dos recursos hídricos. No preparo do solo, os corretivos e a adubação agem no sentido de intensificar as interações físico-químicas na água e no solo para favorecer o desenvolvimento da cultura.

Conforme exposto, as práticas agrícolas podem contribuir com as alterações das características físicas, químicas e biológicas de um curso d'água. Monitorar a qualidade da água é fundamental para que seja possível acompanhar a condição dos corpos hídricos frente aos usos antrópicos, legislações ambientais como a Resolução nº 357 (CONAMA, 2005) norteiam os limites para o nível de qualidade necessário (COSTA, FERREIRA 2015). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água por meio dos resultados do monitoramento ambiental na região de influência de uma usina sucroalcooleira e relacionar as alterações com as atividades agrícolas realizadas pelo empreendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma usina produtora de açúcar, etanol e cogeração de energia localizada na mesorregião Sul de Goiás, município de Edéia. A cana-de-açúcar, que é a matéria-prima do processo industrial é obtida por meio do sistema de parceria agrícola em que o proprietário cede a terra para que a empresa faça o cultivo. A área total dedicada ao plantio da cana no empreendimento em estudo é de cerca de 51.566 ha e a unidade industrial tem capacidade para moagem de 5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por safra. Considerando que as propriedades parceiras estão localizadas em um raio de até 60 km da indústria, a Área de Influência Direta (AID) abrange os municípios de Edéia, Porteirão, Indiara, Acreúna e Turvelândia.

O empreendimento está instalado no território que contempla a Bacia Hidrográfica do Rio dos Bois, onde há diversos conflitos entre os usuários de abastecimento público, agricultura irrigada e industrial nos mananciais que a compõe, como o Rio dos Bois, Rio Turvo, Rio Verdão, Ribeirão Santa Bárbara, Ribeirão Bonsucesso, entre outros (SANTOS et al., 2006). O Rio que dá nome à bacia é uma das principais fontes de abastecimento do processo industrial seguida pelo Rio Turvo.

A região tem clima tropical caracterizado por dois períodos distintos: período úmido de 6 meses, de outubro a março, com destaque para os meses de dezembro a março, com temperaturas elevadas (entre 25°C a 30°C) e precipitação mensal superior a 200mm; e período seco de 4 meses, de maio a agosto, com temperaturas acima de 20°C e precipitação inferior a 40mm.

Um levantamento feito pelo IBGE (1984) aponta que na localidade do estudo ocorrem principalmente solos minerais profundos a muito profundos, de textura média, muito porosos, pouco erodíveis e com pequena a média reserva de nutrientes para as plantas. Esses solos têm o diferencial de variações nos teores de óxido de ferro e seus materiais originários (latossolos vermelho-escuro e roxo).

As amostras utilizadas neste estudo foram coletadas em 6 pontos de água superficial, nos meses de julho e novembro para representar os períodos de seca e chuva, respectivamente, dos anos 2016 e 2017, totalizando 4 campanhas. Os pontos integram o programa de monitoramento da qualidade da água, que faz parte das condicionantes da licença de funcionamento da indústria.

Os mananciais definidos estão inseridos nas fazendas parceiras ou bem próximo as áreas em que o cultivo da cana-de-açúcar e aplicação de vinhaça acontece, para que seja possível verificar as possíveis interferências na qualidade da água em virtude das atividades agrícolas realizadas.

Os pontos 3, 4 e 5 estão localizados no Rio Turvo, que apresenta na cheia largura e profundidade média de 52 m e 2 m. No entorno desses pontos existem vegetação nativa que compõe as APP's. O ponto 2 está localizado no Rio dos Bois, que apresenta características semelhantes ao Rio Turvo. O ponto 1 está inserido na barragem de uma pequena represa construída para acúmulo de água. A vegetação no entorno é típica de ambientes lênticos e a profundidade média é de 80 cm. Já o ponto 6 está alocado em um pequeno córrego e bem próximo a ele existem uma pequena habitação que

contempla a sede da fazenda. A profundidade também se assemelha ao ponto 1. As coordenadas geográficas dos pontos amostrais são: Ponto 1 (-50.141117;-17.772444); Ponto 2 (-50.159127;-17.75645); Ponto 3 (-50.156141;-17.671953); Ponto 4 (-50.173065;-17.639383); Ponto 5 (-50.189691;-17.695853); Ponto 6 (-50.244375;-17.476494).

As amostras foram coletadas seguindo as recomendações prescritas no “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras” (ANA, 2011). As análises físico-químicas e biológicas das amostras de água foram realizadas em laboratório especializado de acordo com os métodos descritos no “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater” 22ª edição, com anotações de responsabilidade técnica (ART’s). Foram analisados os parâmetros clorofila a, fenóis, ferro dissolvido, materiais flutuantes, nitrato, óleos e graxas totais, potássio total, sulfeto (H_2S não dissociado), densidade de cianobactérias, cloreto, cor verdadeira, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrito, nitrogênio amoniacal, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, sulfato, turbidez, coliformes termotolerantes, cloro residual, cloro total, oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura e observou-se se os parâmetros analisados estavam em conformidade com a Classe 2 da Resolução 357.

Foi realizado o levantamento de quais atividades agrícolas ocorreram nos meses em que as amostras de água foram coletadas, considerando que de todas as operações realizadas pelo empreendimento as que podem influenciar na qualidade da água são: aplicação de herbicida, fertilizante, inseticida e fertirrigação. Essas informações foram obtidas por meio de consulta ao sistema GAtec. Esse sistema de gestão agroindustrial é utilizado pelo empreendimento em estudo para registrar as atividades desenvolvidas nas fazendas parceiras. São abertas Ordens de Serviço (OS) antes do início de qualquer atividade agrícola contemplando mês/Ano, descrição da fazenda, descrição da operação e produto aplicado, que ficam disponíveis para consulta.

Os resultados de qualidade da água que não estiverem em conformidade com a Resolução Nº 357 para Classe 2 (CONAMA, 2005), e as atividades agrícolas realizadas nesses respectivos pontos nos meses das coletas das amostras, foram submetidos a análise estatística por meio do teste exato de Fisher. Sendo assim, os cruzamentos ocorreram para o critério de uso / não uso das aplicações de inseticida, herbicida, fertilizante, fertirrigação e conforme / não conforme para os parâmetros oxigênio dissolvido, DBO, ferro dissolvido e coliformes termotolerantes. O teste foi utilizado para testar a hipótese de associação entre duas variáveis apresentadas em uma tabela 2x2. Ele é indicado para pequenas quantidades de amostras e quando se tem a intenção de determinar a probabilidade exata de ocorrência de uma frequência observada (GUIMARÃES, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os parâmetros discrepantes do recomendado para Classe 2 pela Resolução Nº 357 (CONAMA, 2005). No total são 6 pontos de coleta, 4 campanhas realizadas e 25 parâmetros analisados para cada ponto. Desta forma, pode-se considerar pouco expressivo o número daqueles que obtiveram resultados discrepantes. Somente 2,3% não se enquadraram no recomendado pela Resolução Nº 357 (CONAMA, 2005). Observa-se que os parâmetros alterados são sempre os mesmos, ferro dissolvido, OD, DBO e Coliformes termotolerantes.

Dentre as campanhas, o mês de novembro de 2016 foi o que apresentou maior quantidade de resultados alterados. Sabe-se que as aplicações de defensivos agrícolas se intensificam no período chuvoso, pois é quando a condição climática é mais favorável a absorção do produto (VARGAS; GLEBER, 2005). Destaca-se que no ponto 2 o ferro dissolvido teve quase o triplo do estabelecido pela Resolução Nº 357 (CONAMA, 2005), assim como no Ponto 1 a DBO estava 5,5 vezes acima e o OD quase a metade do que se espera encontrar de acordo com essa mesma resolução.

Outra observação que merece destaque é que em todas as campanhas o oxigênio dissolvido esteve abaixo do recomendado em pelo menos 1 ponto. O OD é o principal elemento no metabolismo de microrganismos aeróbios que habitam em águas naturais, especialmente os peixes que na maioria das espécies não resistem a concentrações inferiores a 4,0 mg/L de oxigênio (PIVELI, 2010). Ainda, o oxigênio dissolvido pode ser reduzido quando ocorrem processos como decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, oxidação de íons metálicos e respiração de organismos que vivem nos ambientes aquáticos. Silva et al. (2007) alerta que a aplicação da vinhaça pode alterar as propriedades físicas do solo, melhorando a agregação das partículas que o compõe e aumentando a probabilidade de lixiviação de íons.

Tabela 1. Resultados dos pontos que estiveram fora do padrão e operações agrícolas realizadas

Ponto	Parâmetro	Resultado	Unidade	Padrão CONAMA nº 357/2005 Classe II	Operações agrícolas nos meses da coleta de amostra
Julho de 2016					
3	Ferro Dissolv.	0,51	mg/L Fe	até 0,3 mg/L Fe	Fertirrigação
6	OD	4,67	mg/l O2	> 5,0 mg/l O2	Aplicação de herbicida
Novembro de 2016					
1	Ferro Dissolvido	0,66	mg/L Fe	até 0,3 mg/L Fe	Aplicação de herbicida, inseticida e fertirrigação
2	Ferro Dissolvido	0,81	mg/L Fe	até 0,3 mg/L Fe	Aplicação de herbicida, inseticida e fertirrigação
3	Ferro Dissolvido	1,26	mg/L Fe	até 0,3 mg/L Fe	Aplicação de herbicida, inseticida e fertirrigação
5	Ferro Dissolvido	0,38	mg/L Fe	até 0,3 mg/L Fe	Aplicação de herbicida, inseticida, fertilizante e fertirrigação
1	DBO	27,6	mg/L O2	até 5 mg/L O2	Aplicação de herbicida, inseticida e fertilizante
6	Coliformes termotolerantes	1500	NMP/100 mL	até 1.000 NMP/100mL	Aplicação de herbicida, inseticida, fertilizante e fertirrigação
1	OD	2,71	mg/l O2	> 5,0 mg/l O2	Aplicação de herbicida, inseticida e fertirrigação
Julho de 2017					
6	Coliformes termotolerantes	7900	NMP/100 mL	até 1.000 NMP/100mL	Aplicação de herbicida, e fertilizante
1	OD	4,27	mg/l O2	> 5,0 mg/l O2	Aplicação de herbicida, fertilizante e fertirrigação
6	OD	4,85	mg/l O2	> 5,0 mg/l O3	Aplicação de herbicida e fertilizante
Novembro de 2017					
3	DBO	7,2	mg/L O2	até 5 mg/L O2	Aplicação de herbicida, inseticida, fertilizante e fertirrigação
3	OD	4,71	mg/l O2	> 5,0 mg/l O2	Aplicação de herbicida, inseticida, fertilizante e fertirrigação

Nos monitoramentos de novembro de 2016 e 2017, nos pontos 1 e 3, foram observados valores de DBO e OD inversamente proporcionais, ou seja, à medida que a taxa de DBO aumenta o nível de OD presente no meio reduz, buscando a estabilização da matéria orgânica.

O parâmetro ferro dissolvido teve grande relevância no monitoramento de novembro de 2016, pois em 4 pontos os resultados apresentaram alterações. No ponto 3 o valor encontrado chegou a ser 4,2 vezes acima do estabelecido na Resolução Nº 357 (CONAMA,2005). Apesar de Martins e Oliveira (2016) ressaltar que o ferro é o macronutriente de maior concentração na vinhaça, não se pode afirmar que a aplicação de vinhaça tenha sido o responsável pela quantidade de ferro encontrada nas amostras, já que as características ambientais da região do empreendimento, com os solos ricos em ferro, podem favorecer a solubilização do ferro nas águas.

A presença de bactérias denominadas coliformes fecais são indicativos de contaminação fecal, pois elas estão presentes nas fezes de animais de sangue quente (inclusive humanos) (ANA, 2016). O ponto 6 apresentou discrepância de coliformes fecais nos monitoramentos de novembro de 2016 e julho de 2017, sendo que neste último o valor encontrado foi 7,9 acima do previsto na Resolução Nº 357 (CONAMA,2005). Próximo a este local existe a moradia de uma família que cuida da propriedade e pelos resultados, deduz-se que essa ocupação está causando a alteração. No empreendimento em estudo não se utiliza efluente doméstico na fertirrigação, nem ocorre lançamento de efluentes

domésticos em corpos d'água, portanto pode-se inferir que outra justificativa seriam as práticas agropecuárias que acontecem em fazendas vizinhas.

Brunini et al (2017), observaram que os valores de nitrogênio total superior ao limite permitido para Classe 2 pela resolução nº 357 (CONAMA, 2005) indicam que o sistema produtivo da cana-de-açúcar afeta direta e negativamente a qualidade da água em ambientes protegidos ou não por mata ciliar. No entanto, nos resultados do presente estudo em nenhum ponto os parâmetros nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal estiveram acima do permitido. Uma avaliação feita pela EMBRAPA sobre a qualidade da água por conta de irrigação (arraste de nutrientes e defensivos, erosão) classificou o cultivo da cana-de-açúcar no nível 1 – nenhum impacto na qualidade da água.

Considerando que foram analisados 6 pontos amostrais em 4 campanhas de monitoramento, as avaliações estatísticas levaram em conta as 24 observações. Com o uso do teste exato de Fisher, espera-se que o p-value (probabilidade de significância) fique abaixo de 0,05 para que exista associação entre os dados, no entanto nesse estudo não foi encontrada este valor para nenhum cruzamento. Conforme observado, não foi possível comprovar estatisticamente a existência de associação entre as operações agrícolas e as análises de qualidade de água, porém alguns resultados são pertinentes para o entendimento da relação entre atividades agrícolas e seu impacto na qualidade da água.

Para o parâmetro oxigênio dissolvido, em 100% das vezes que ele se apresentou fora do padrão foi quando se utilizou herbicida, sendo essa operação a que teve maior interferência na alteração do limite mínimo exigido para Classe 2 na Resolução nº 357 (CONAMA, 2005). De forma análoga, em 100% das vezes que o ferro dissolvido esteve acima do limite permitido, ocorreu a fertirrigação. Em todos os pontos que a DBO excedeu o valor máximo, houve operação agrícola nos meses das coletas de água. Também se observa que todas as vezes que os coliformes termotolerantes estiveram fora do padrão foi quando não houve fertirrigação.

CONCLUSÃO

Nota-se que os parâmetros que não estiveram conforme com o estabelecido na Resolução nº 357 (CONAMA, 2005) indicam que as atividades do empreendimento podem ter influenciado na qualidade da água da região diretamente afetada. No entanto, não pode se afirmar que essas modificações sejam exclusivamente causadas pela usina. Ainda, é importante destacar que de forma geral poucos parâmetros estiveram em desacordo, mas em alguns casos o limite máximo permitido foi muito excedido. Por isso é imprescindível a continuidade dos monitoramentos.

REFERÊNCIAS

- BRUNINI, R. G.; SILVA, M. C.; PISSARRA, T. C. T. Efeito do sistema de produção de cana-de-açúcar na qualidade da água em bacias hidrográficas. *Agrarian*, Dourados, v. 10, n. 36, p.17, 2017.
- CONAMA. Resolução n.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. Brasília: DOU, 2005.
- COSTA, F. B.; FERREIRA, V. O.. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 7, n. 18, p.22-47, 2015.
- GUIMARÃES, P. R. B.. Estatística não paramétrica. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Estatística. Curitiba, 2013.
- IBGE. Coleções de monografias municipais. Edéia: IBGE, 1984.
- IBGE. Indicadores de desenvolvimento Sustentável. Brasília: IBGE, 2012.
- PIVELI, P. D. R. P. Oxigênio Dissolvido e Matéria Orgânico em Águas. São Paulo, p. 12. 2010.
- RESENDE, A. V. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. 1 ed. Planaltina: Embrapa, 2002.
- SANTOS, H. I. ; OLIVEIRA, L. G. ; FIOREZE, A. P.. Avaliação das vazões alocáveis na bacia hidrográfica do Rio dos Bois e Sub-Bacia do Rio do Peixe, Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Goiás, v.11, n.2, p.47-58, 2006
- SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P e BORGES, L. C.. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.1, p.108–114, 2007.