

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA APÓS LANÇAMENTO DE EFLUENTES EM CORPO HÍDRICO: ESTUDO DE CASO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Tiago Bruno Duarte¹
Leonardo Bidoia dos Santos²

RESUMO

A geração de efluentes líquidos é inerente a empreendimentos agroindustriais que utilizam água em seus processos de transformação da matéria prima em produto acabado. Na maioria das vezes, esses efluentes apresentam características físicas e químicas que os tornam potencialmente poluidores e, por isso, necessitam de tratamento antes do lançamento em corpos receptores. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do lançamento de efluente agroindustrial de abatedouro na qualidade da água no Rio Toledo/PR, a partir de análises de demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO e DQO), oxigênio dissolvido (OD), sólidos suspensos totais (SST) e pH, além de verificar se esses parâmetros estão de acordo com legislações ambientais. Foram realizadas coletas em três pontos – montante, jusante e na saída do efluente da agroindústria após o tratamento, durante os meses de julho a dezembro, com frequência mensal. As análises foram realizadas por um laboratório terceirizado localizado em Cascavel/PR. Os resultados obtidos foram discutidos com base nas legislações ambientais brasileiras e na literatura técnico-científica. A DBO e DQO da jusante, na maioria das vezes, foram superiores ou iguais as da montante devido à carga orgânica inserida pelo lançamento. Os parâmetros de SST e pH estavam de acordo com a literatura e a legislação para rios Classe 2. As concentrações de DBO do rio nos meses 07 e 09, bem como a de OD do mês 07 não atenderam as legislações. Conclui-se que, quando os lançamentos ocorrem dentro dos padrões estabelecidos por lei, o ambiente possui melhores condições de se autodepurar.

PALAVRAS-CHAVE: Poluentes, autodepuração, legislação.

WATER QUALITY MONITORING AFTER EFFLUENT DISCHARGE INTO WATER BODY: CASE STUDY IN WESTERN PARANÁ

ABSTRACT

The generation of liquid effluents is inherent to agroindustry enterprises that use water in their processes of transformation of raw material into finished product. Most of the time, these

¹Acadêmico do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Centro Universitário FAG. Cascavel-PR. tibrdu516@gmail.com

²Químico Industrial e Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Professor do Centro Universitário FAG, Cascavel-PR. leonardobidoia@hotmail.com

effluents have physical and chemical characteristics that make them potentially polluting and therefore require treatment before release into recipient bodies. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of a slaughterhouse agroindustry effluent release on the water quality in the Toledo River/PR, from analyzes of biochemical and chemical demands of oxygen (BOD and COD), dissolved oxygen (DO), total suspended solids (TSS) and pH to verify compliance with environmental legislation. Samples were collected at three points - upstream, downstream and at the outlet of the agribusiness effluent after treatment, from July to December, with monthly frequency. The analyzes were performed by an outsourced laboratory located in Cascavel/PR. The results obtained were discussed based on Brazilian environmental legislation and technical-scientific literature. The downstream BOD and COD were, for the most part, higher or equal to those upstream due to the organic load inserted by the release. The TSS and pH parameters are in accordance with the literature and legislation for Class 2 rivers. The BOD concentrations of the river in the months 07 and 09, as well as the OD of the month 07 did not meet the legislation. It is believed that when launches occur within the standards established by law, the environment has better conditions for self-purification.

KEY WORDS: Pollutants, self-purification, legislation.

INTRODUÇÃO

As indústrias utilizam-se de operações unitárias e processos variados para realizarem a transformação de matérias-primas e insumos em produtos. Como não existe nenhum processo industrial que seja absolutamente eficaz, sempre haverá perdas, as quais se resumem na geração de resíduos, sejam esses sólidos, líquidos ou gasosos, de natureza orgânica ou inorgânica. Tais resíduos, na maioria das vezes, são gerados em grandes quantidades e são potencialmente poluidores. Portanto, necessitam de gerenciamento adequado, sobretudo antes da disposição final, visto que, caso isso não aconteça, ao entrarem em contato com o meio ambiente poderão causar efeitos negativos nos ecossistemas.

Empreendimentos que produzem águas residuárias geralmente são instalados próximos de rios, pois, desse modo, a disposição de seus efluentes torna-se facilitada. Isso é permitido em países tropicais e em desenvolvimento, como o Brasil, porque existem legislações ambientais que autorizam tal conduta, desde que algumas condições sejam atendidas. A Resolução CONAMA n° 430, 16 de maio 2011, apresenta em seu Art. 3° que. Essas condições estão relacionadas com características químicas e físicas dos efluentes (material orgânico, nutrientes, metais) e características do corpo receptor (Resolução CONAMA n° 357/2005). Quando essas condições não são obedecidas, o empreendimento “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na resolução e em outras normas aplicáveis” gerador de efluentes fica proibido de efetuar o lançamento no rio

e, caso o faça, estará cometendo um crime ambiental. Segundo o Art. 33 da Lei Federal nº 9.605 (Lei de crimes ambientais), de 12 de fevereiro de 1998, provocar, pela emissão de efluentes ou carreamento de materiais, o perecimento de espécimes da fauna aquática existentes em rios, lagos, açudes, lagoas, baías ou águas jurisdicionais brasileiras é crime e sujeita às seguintes penalizações: detenção de um a três anos, ou multa, ou ambas, cumulativamente (VON SERLING, 2014).

Um dos parâmetros mais importantes descrito pela resolução Conama 430 é a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A DBO é um indicador indireto da concentração de matéria orgânica biodegradável por meio da demanda de oxigênio dissolvido, exercida por microrganismos aeróbios mediante a respiração/oxidação do material orgânico. Outro método bastante utilizado para a determinação indireta de material orgânico biodegradável ou não é a Demanda Química de Oxigênio (DQO). Essa técnica apenas estima a concentração de matéria orgânica em termos de oxigênio consumido, já que nos corpos d'águas algumas espécies inorgânicas, tais como nitritos, compostos reduzidos de enxofre e substâncias orgânicas - como hidrocarbonetos aromáticos, compostos alifáticos de cadeia aberta e piridinas - não são oxidadas. A principal vantagem da DQO é a rapidez (pouco mais de duas horas), enquanto a DBO leva 5 dias (VALENTE et al., 1997).

A importância do monitoramento desses parâmetros (DBO e DQO) se deve ao fato de que a adição de matéria orgânica nos cursos d'água causa consumo de oxigênio dos mesmos, por causa da oxidação química e, principalmente, da bioquímica, via respiração dos microrganismos degradadores, depurando assim a matéria orgânica do rio. Quando a carga dos efluentes lançados excede a capacidade de autodepuração do corpo de água, o rio fica sem oxigênio, provocando problemas estéticos, liberação de odor, além de impedir a existência da fauna aquática, pois os peixes, por exemplo, não morrem por toxicidade, mas por asfixia. Outrossim, pode restringir os múltiplos usos do recurso hídrico - abastecimento humano, dessedentação, recreação, entre outros - em função da sua contaminação (VON SERLING, 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consistiu em monitorar a qualidade da água de um rio da região oeste do Paraná após lançamento de efluente em corpo hídricos a partir de dados de DBO, DQO, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos e pH, a fim de verificar atendimento ou não de legislações ambientais brasileiras. A partir disso, será possível identificar prováveis impactos ambientais adversos decorrentes dos lançamentos de efluentes no corpo hídrico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As cadeias produtivas de proteína animal assumem grande relevância no Brasil, sobretudo de carnes suínos e aves. Somente em 2017, o país produziu 13 milhões de toneladas, sendo o segundo maior produtor e maior exportador mundial de carne de frango. Apenas as exportações renderam 7.236 milhões de dólares de receita ao país (ABPA, 2018). Com relação à carne de suínos, o Brasil produziu 3,75 milhões de toneladas em 2017, o quarto maior produtor e exportador mundial. Somente as exportações renderam 1.626 milhões de dólares de receita ao país (ABPA, 2018).

A região Sul - Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul - é responsável por 77,7% e 68,9% da produção de carne de frango e suína, respectivamente, no país. Essa expressiva produção do Sul, sobretudo do Paraná, está relacionada à expansão das culturas de soja e de milho na região, pois são insumos básicos para a formulação das rações das aves, além de relacionar às diversas cooperativas e agroindústrias instaladas no Estado. Dentre elas, destacam-se pela grande exportação: JBS, Copacol, Cooperativa Vale, Cooperativa Agroindustrial Lar, Coopavel, Copagril (ABPA, 2017).

Os altos índices de produtividade são positivos à economia do país, uma vez que movimentam negócios por meio da comercialização interna e externa do produto e da geração direta e indireta de empregos para milhões de brasileiros. Entretanto, a cadeia produtiva desses animais, sobretudo os abatedouros, gera quantidades representativas e crescentes de águas residuárias potencialmente poluidoras.

As águas residuárias de frigoríficos, em geral, apresentam elevada carga orgânica em função dos lipídeos e proteínas provenientes do sangue e das vísceras, além de serem ricas em nutrientes nitrogenados e fosforados. Na Tabela 1 está apresentada a caracterização físico-química de águas residuárias de abatedouros de suínos e aves (KAZMIERCZAK et al., 2016).

A disposição inadequada das águas residuárias proveniente do abate desses animais tem sido razão de profundas inquietações, pois quando esses resíduos são dispostos no meio ambiente sem o tratamento adequado, provocam não somente prejuízos imensuráveis à qualidade da água e do equilíbrio ecológico do ecossistema aquático, solo e ar, como também afetam negativamente a sociedade e a economia devido aos riscos à saúde pública (BARBOSA; LANGER, 2011). Por isso, pessoas físicas ou jurídicas que praticarem tal ato estarão sujeitos a responder penal e administrativamente por descumprimentos de legislações ambientais, como a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - Lei de Crimes Ambientais.

Tabela 1. Análise físico-química de águas residuárias provenientes do processo de abate de suínos e de aves.

Parâmetros	Suínos	Aves
pH	7,86	7,08
Amônia (mg/L)	26,4	34,4
Carbono Orgânico Total (mg/L)	1.724,00	6.317,00
DBO 5 (mg/L)	892	3.605,00
DQO (mg/L)	1.613,00	5.181,00
Enxofre (mg/L)	0,5	1,72
Fósforo total (mg/L)	53,7	192,6
Nitrogênio total (mg/L)	164	316
Óleos e graxas totais (mg/L)	14,9	27,4
Óleos vegetais e gorduras animal (mg/L)	13,7	26,8
Sólidos totais (mg/L)	1.315,00	3.170,00
Sólidos voláteis (mg/L)	1.015,00	2.700,00
Sólidos fixos (mg/L)	300	470
Surfactantes (mg/L)	1,42	4,3
Temperatura da amostra (°C)	24,2	31,1
Temperatura ambiente (°C)	27	27

Fonte: Kazmierczak et al. (2016).

Pinto et al. (2014) mencionam que as águas residuárias ricas em nitrogênio e fósforo, como as de abatedouros, apresentam risco de eutrofização às águas superficiais, seguido de depleção e oxigênio dissolvido e mortandade da biota aquática aeróbia. Ademais, apresentam altos teores de sólidos, os quais afetam a turbidez e, conseqüentemente, reduzem a zona eufótica do corpo hídrico e aumentam a comunidade microbiológica patogénica (XIAO et al., 2018).

Devido aos efeitos deletérios e aos riscos ambientais e à saúde, existem instrumentos de comando e de controle que obrigam empreendimentos geradores de resíduos potencialmente poluidores, como os abatedouros, a tratarem seus efluentes até atingirem níveis aceitáveis de lançamentos. No âmbito Nacional, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre as condições e os padrões de lançamento de efluentes. De acordo com o artigo 16 da referida Resolução, os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam às condições e aos padrões previstos nesse artigo, resguardadas outras exigências cabíveis (Tabela 2).

Cabe ressaltar que o órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos e/ou mais restritivos que os apresentados na CONAMA nº 430, dependendo das condições naturais do ambiente (corpo receptor) ou das características do efluente.

Tabela 2. Alguns dos parâmetros e seus respectivos padrões de lançamento de efluentes industriais no Brasil.

Parâmetros	Padrões	Parâmetros	Padrões
pH	5 a 9	Gorduras animais (mg/L)	50
Temperatura (°C)	< 40	Materiais flutuantes	ausente
Materiais sedimentáveis (mL/L)	1 em 1 h de teste	DBO 5 dias a 20 °C (mg/L)	redução mínima de 60%
Óleos minerais (mg/L)	20	Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	20
Óleos vegetais (mg/L)	50	Sulfeto (mg/L)	1

Fonte: Adaptado de CONAMA nº 430/2011.

O lançamento de efluentes após o tratamento nas estações é prática comum no Brasil, pois se entende que, em países tropicais, como é o caso, o corpo receptor finalizaria o tratamento no meio natural - desde que realizado com parcimônia entre a legislação e a capacidade suporte do meio. De acordo com Von Serling (2014), a introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta, indiretamente, na redução de oxigênio dissolvido devido a processos de estabilização conduzidos por bactérias decompositoras aeróbias. Esses microrganismos utilizam o oxigênio dissolvido da água na oxidação do material orgânico (LIMA et al., 2016). Um corpo de água com a presença de muito material orgânico pode levar ao consumo total do oxigênio dissolvido, causando a morte dos seres vivos que habitam o local (MARQUES, 2011).

Tamanha é a importância do oxigênio dissolvido na água para a manutenção do equilíbrio no ecossistema aquático, que a qualidade da água em corpos hídricos pode ser medida por meio da sua presença. Outro parâmetro muito utilizado para determinar a qualidade de águas é a análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO) - que estipula o quanto de oxigênio será consumido para oxidar a matéria orgânica contida em uma amostra -, e a análise de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - que quantifica a matéria orgânica biodegradável contida na amostra. Quanto mais próximo o resultado de DBO for da DQO, há indicação que mais facilmente a matéria orgânica será degradada (SABESP, 1997).

Nesse contexto, é salutar discutir o princípio da autodepuração, isto é, fenômeno natural de reestabelecimento das condições naturais de um corpo hídrico após receber uma perturbação de lançamento de efluentes. A autodepuração é um processo que se desenvolve ao longo do tempo e considera-se a dimensão do corpo receptor, que quase sempre é longitudinal. Por isso, é possível identificar zonas específicas que refletem os estágios da sucessão ecológica após o lançamento de um efluente. Essas zonas são: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas (VON SERLING, 2014).

Na Figura 1 estão esquematizadas as zonas de autodepuração em um rio que recebeu efluentes, bem como as dinâmicas observadas entre as variáveis matéria orgânica, bactérias e oxigênio dissolvido.

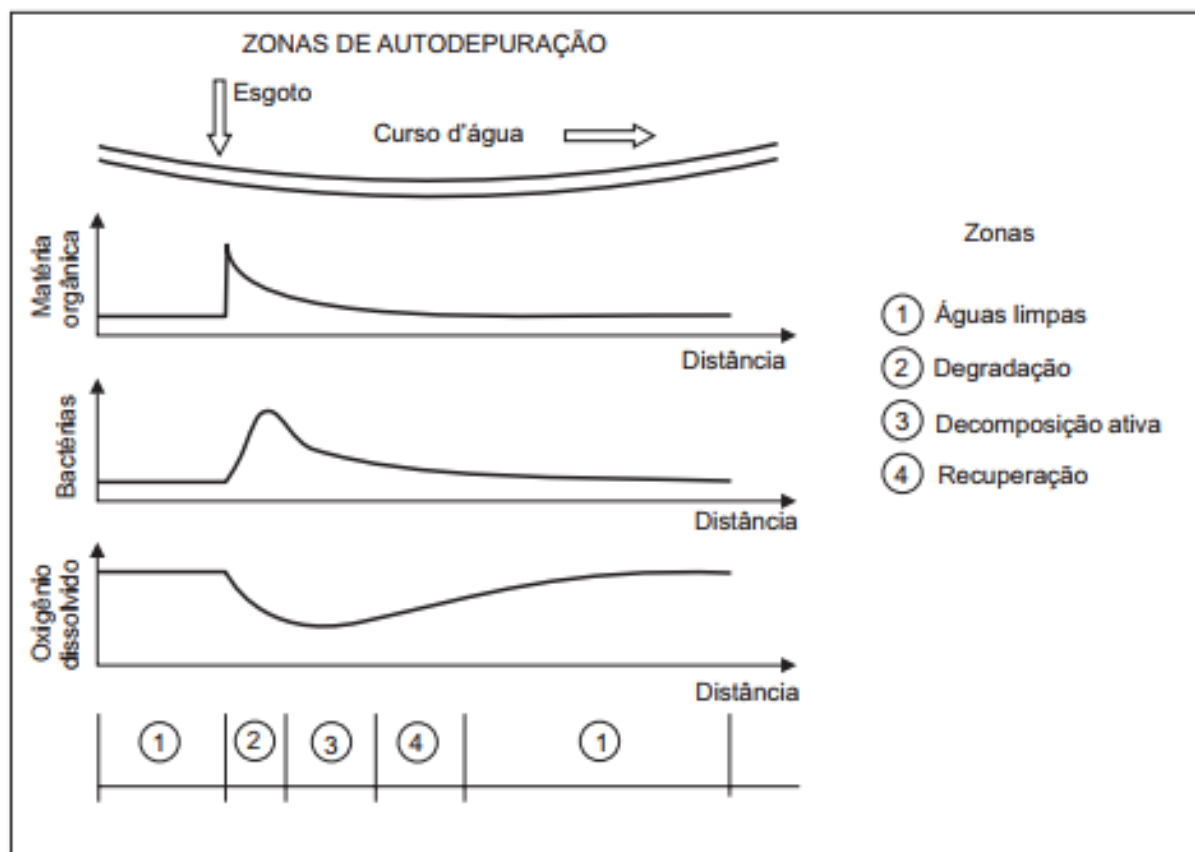


Figura 1. Perfil esquemático da concentração de matéria orgânica, bactérias decompositoras e oxigênio dissolvido ao longo do percurso no curso d'água. Delimitação das zonas de autodepuração.

Fonte: Adaptado de Von Serling (2014).

Como visto na Figura 1, antes do lançamento, o esperado é que o corpo receptor apresente baixas concentrações de matéria orgânica e bactérias e elevada concentração de oxigênio dissolvido. Após o lançamento, nota-se um aumento abrupto no teor orgânico e, por isso, o número de bactérias aumenta, visto que a disponibilidade de recursos no meio aumentou. Em decorrência, a concentração de oxigênio dissolvido começa a reduzir, pois está sendo utilizado no processo de degradação biológica da matéria orgânica. Tal redução do oxigênio dissolvido causa uma alteração severa dos organismos vivos daquele trecho do rio, visto que grande parte da fauna aquática é dependente de oxigênio dissolvido na água para sobreviver/respirar. Portanto, verifica-se um reduzido número de espécies, as quais são generalistas, e elevada abundância de indivíduos no meio. Com o passar do tempo, grande parte do recurso (matéria orgânica) terá sido degradada, causando a queda de bactérias na água, e processos de reaeração (difusão e/ou por fotossíntese) fazem com que a concentração de

oxigênio da água se eleve, aumentando dessa forma a diversidade e reduzindo a abundância de indivíduos no meio, ou seja, o ambiente retoma seu equilíbrio (VON SERLING, 2014).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em parceria com uma empresa de análises ambientais, localizada em Cascavel, Paraná, a qual disponibilizou um banco de dados de coletas e análises de um lançamento de efluente industrial - abatedouro - localizado na região Oeste do Paraná. Os nomes de nenhuma das empresas serão apresentados para evitar qualquer tipo de exposição. Foram verificados e transcritos os resultados dos ensaios de: DBO, DQO, oxigênio dissolvido (OD), sólidos suspensos totais (SST) e pH. O período em que ocorreram as coletas e as análises foi de julho a dezembro de 2017, com frequência mensal. Uma série de pluviosidade mensal desse mesmo período foi fornecida pelo Instituto Águas Paraná a fim de correlacionar os dados do lançamento com a pluviosidade.

A DBO é um teste padrão realizado a uma temperatura constante de 20°C e durante um período de incubação também fixo, 5 dias. É uma medida que procura retratar em laboratório o fenômeno que acontece no corpo d'água. Assim, uma amostra foi coletada em triplicata e, em uma das amostras, é medido o oxigênio dissolvido após a coleta; o oxigênio da outra amostra é medido após 5 dias, período em que a amostra fica em uma incubadora a uma temperatura de 20°C. A diferença de concentração de oxigênio representa a demanda bioquímica de oxigênio - oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica via respiração dos microrganismos. Vale ressaltar que é um indicador estimativo, já que as condições de turbulência das águas, aeração e insolação, entre outras, não são consideradas. Já a DQO é mais rápida de ser realizada, pois utiliza reagentes químicos oxidantes - dicromato, principalmente - ao invés de microrganismos. Por essa razão, a DQO sempre será superior a DBO, pois a primeira oxida também materiais recalcitrantes (inorgânicos ou orgânicos de difícil biodegradação) (VALENTE et al., 1997). As análises de DBO e DQO, bem como oxigênio dissolvido, sólidos suspensos e pH, foram realizadas em laboratório especializado de Cascavel/PR, seguindo as referências apresentadas no Quadro 1.

Parâmetro	Método Analítico	Nº do Método	Referência
pH	Potenciométrico*	-	-
OD (mg.L ⁻¹)	Óptico*	-	-
DQO (mg.L ⁻¹)	Espectrofotométrico	2310 B	APHA (2012)
DBO (mg.L ⁻¹)	Respirométrico	5210 D	APHA (2012)
SST (mg.L ⁻¹)	Gravimétrico	2540 G	APHA (2012)

Quadro 1. Parâmetros, métodos e referências utilizados.

Legenda: pH = potencial hidrogeniônico, DQO = Demanda química de oxigênio; DBO = Demanda bioquímica de oxigênio; OD = oxigênio dissolvido, SST = sólidos suspensos totais. Nota: (*) Sonda multiparamétrica YSI 6920 V2.

Os resultados das análises no Rio Toledo foram determinadas pelo laboratório supracitado. O Rio Toledo é um curso de água que banha o Estado do Paraná e integra a bacia hidrográfica Paraná III. Situa-se entre os paralelos 24°43' e 24°47' de latitude Sul e os meridianos 53°33' e 53°45' de longitude Oeste. Possui 26,5 km de extensão e é responsável pelo abastecimento de água de 40% da população do município de Toledo, o que aumenta ainda mais o rigor da qualidade do rio. Sua nascente fica entre São Luiz do Oeste e Linha Gramado, e sua foz, no Rio São Francisco Verdadeiro. Sua bacia de influência apresenta uma área de 97 km² (NIEWEGLOWSKI, 2006; PEREIRA, 2016).

A coleta foi realizada em dois pontos distintos do corpo receptor, sendo eles: a montante - que se trata do corpo de água na forma como se encontra no meio ambiente, ou seja, sem o despejo de resíduos: 150m antes do lançamento -, e jusante - local a 100m após a disposição: 200m após o lançamento. Além desses dois pontos, foram coletadas amostras do efluente final do empreendimento agroindustrial em questão, após o tratamento.

Todos os resultados foram planilhados, bem como discutidos e comparados com as especificações das resoluções CONAMA n° 430, de 2011, e n° 357, de 2005. A partir da exposição do corolário, foi avaliado de forma qualitativa e quantitativa, e que poderão ser observados os factíveis danos ao referido corpo hídrico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são apresentadas as concentrações de DBO e DQO do monitoramento dos pontos avaliados, isto é, a montante do lançamento, do efluente a ser lançado no rio (Ponto 11 - efluente após o tratamento) e a jusante do lançamento entre os meses de julho a dezembro de 2017. Ressalta-se que o mês de agosto apresentou as maiores concentrações de DBO e DQO no Ponto 11 - 44,17 e 96,00 mg/L, respectivamente, ao passo que o mês de novembro apresentou as menores concentrações desses parâmetros 12,07 e 24 mg/L, respectivamente.

De modo geral, observa-se que os valores de DBO e DQO oscilaram entre 12,07 a 44,70 mg/L e 24,00 a 96,00 mg/L, respectivamente, durante todo o período de monitoramento (julho a dezembro), o que significa que a carga orgânica lançada no rio varia ao longo do tempo. Pode-se inferir que esse comportamento pode estar relacionado a variações de produção, já que maiores produções refletem em maiores volumes de efluentes gerados que, por suas vez, podem causar sobrecarga no sistema de tratamento da agroindústria, fazendo com que a eficiência de remoção de matéria orgânica seja reduzida (RIBEIRO et al., 2013).

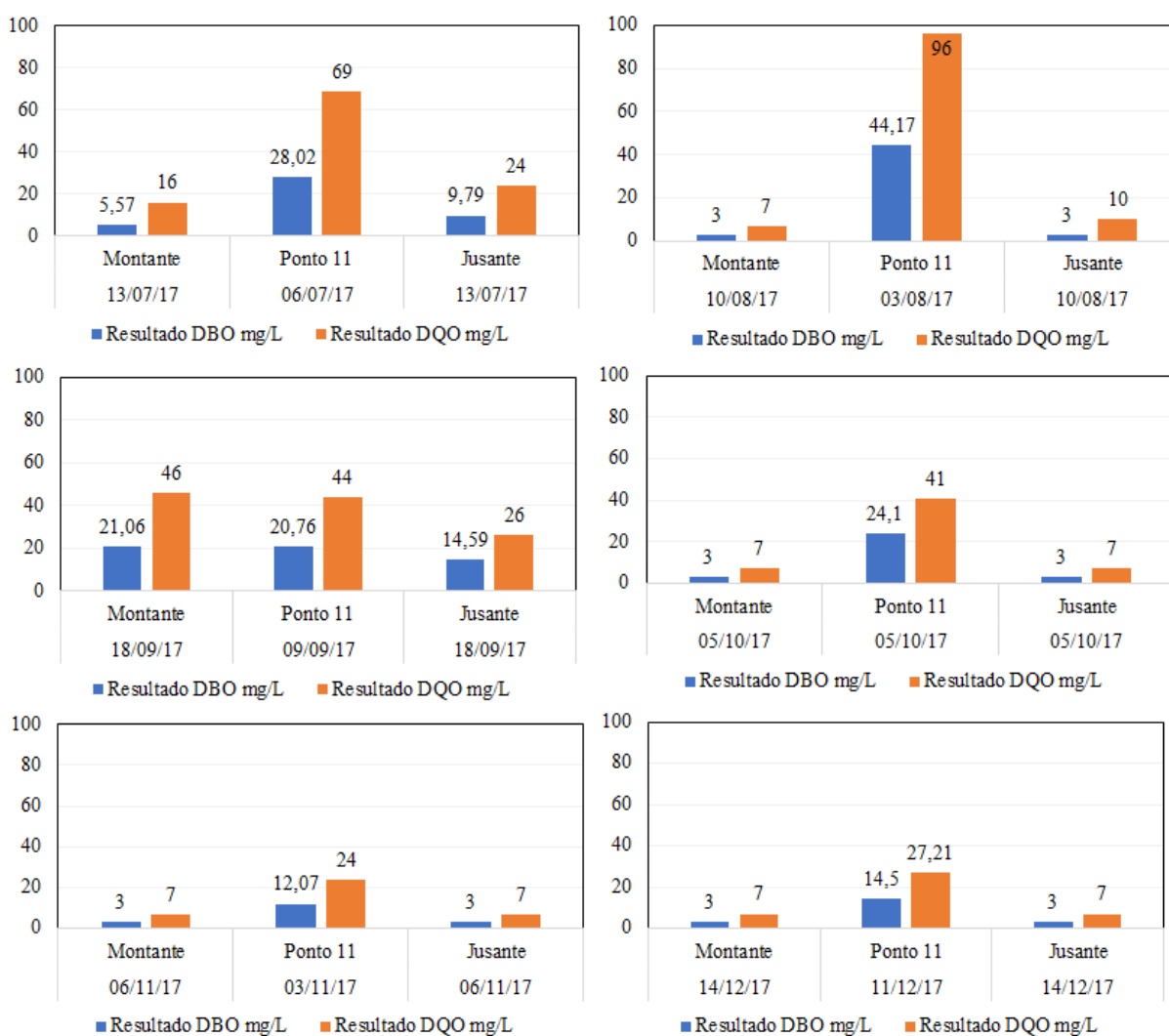


Figura 2. Concentrações de DBO e DQO do rio Toledo a montante, do efluente tratado (Ponto 11) e da jusante durante os meses de julho a dezembro de 2017.

Quando se comparam os resultados de DBO e DQO no ponto 11, verifica-se que em todos os meses de monitoramento o valor obtido de DQO foi superior ao de DBO e essa diferença variou entre 12,7 Quando se comparam os resultados de DBO e DQO no ponto 11, verifica-se que em todos os meses de monitoramento o valor obtido de DQO foi superior ao de

DBO e essa diferença variou entre 12,21 mg/L (mês 12 – menor diferença) a 51,83 mg/L (mês 08 – maior diferença). Isso significa que o efluente apresenta moléculas que não são biodegradáveis, chamadas de matéria carbonácea recalcitrante. Como a metodologia de DQO utiliza-se de oxidantes bastante reativos (dicromato), o oxigênio é consumido na oxidação química desses compostos não biodegradáveis (VALENTE et al., 1997).

1 mg/L (mês 12 – menor diferença) a 51,83 mg/L (mês 08 – maior diferença). Isso significa que o efluente apresenta moléculas que não são biodegradáveis, chamadas de matéria carbonácea recalcitrante. Como a metodologia de DQO utiliza-se de oxidantes bastante reativos (dicromato), o oxigênio é consumido na oxidação química desses compostos não biodegradáveis (VALENTE et al., 1997).

Analisando os pontos a montante e a jusante, verifica-se um comportamento padrão de a jusante apresentar concentrações de DBO e DQO iguais ou superiores à montante, com exceção do mês de setembro. Isso se explica pelo fenômeno natural de autodepuração - no qual o meio recupera condições de equilíbrio por meio da degradação biológica e de reaeração natural, porém nunca com características absolutamente iguais daquelas presentes antes da perturbação, ou seja, do lançamento de efluentes (VON SERLING, 2014; FARHADIAN et al., 2019).

Conforme observado na figura 2, o mês de setembro apresenta maiores índices de DBO e DQO na montante do que na jusante, provavelmente está relacionada com valores de vazão e de volume do rio receptor, os quais são influenciados pelo regime pluvial da região. A Figura 3 apresenta os volumes de pluviosidade na região do rio durante o período de realização das coletas e, a partir da análise dos dados, notam-se baixos índices de chuvas no período em que a coleta do mês de setembro ocorreu. Em períodos de estiagem, é natural a redução do nível de água de corpos hídricos devido à evaporação continuada sem reposição por chuvas. Dessa forma, as moléculas poluidoras são concentradas de modo a elevar as concentrações de DBO e DQO (RIBEIRO et al., 2013). Ou ainda, pode-se inferir que pode ter ocorrido algum lançamento clandestino próximo ao ponto de coleta (BIBBAL et al., 2019).

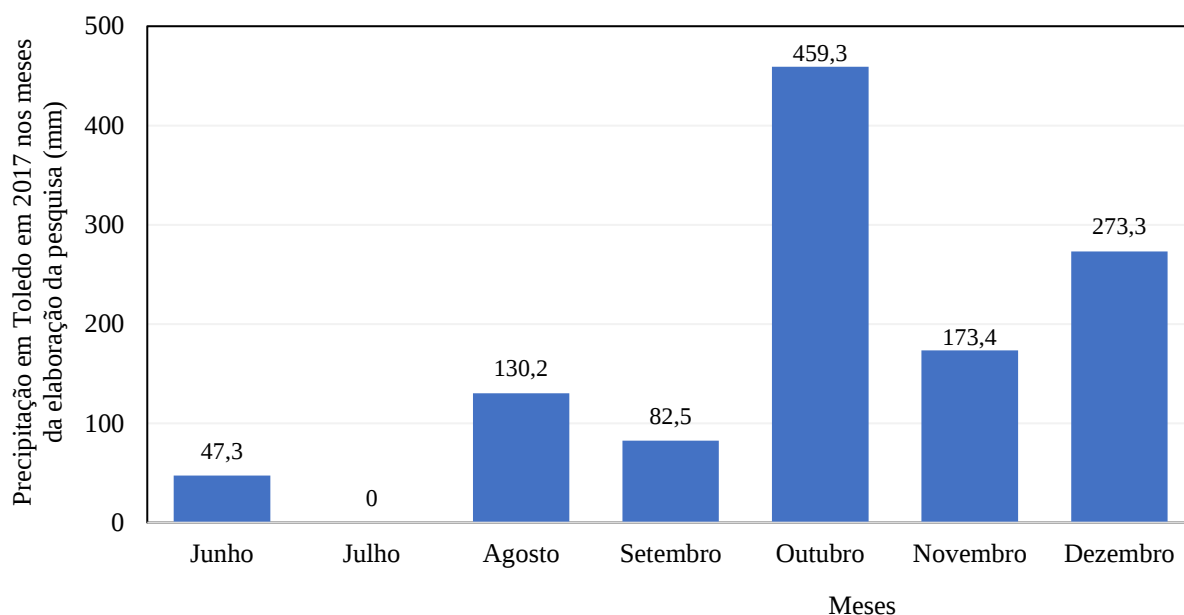


Figura 3. Precipitação pluvial (mm) em Toledo durante os meses de julho a dezembro de 2017.
Fonte: Adaptado de Instituto Águas Paraná (2018).

Cabe ainda ressaltar que o rio Toledo é enquadrado como Classe 2, o que significa que a DBO permitida nesse caso é de até 5,00 mg/L, de acordo com o artigo 15 da Resolução CONAMA n° 357/2005. Nos meses de julho e setembro, essa condição não foi atendida nos pontos a montante e a jusante do lançamento, podendo colocar sob desequilíbrio o ecossistema.

Além da DBO e DQO, também foram analisados os valores de sólidos suspensos totais (SST), Oxigênio dissolvido (OD) e pH (Tabela 3). Os sólidos em suspensão totais (SST orgânicos ou inorgânicos) podem afetar a penetração de luz no ambiente aquático, restringindo a sua produtividade primária por afetar a zona eufótica. Além disso, causam elevação da turbidez e modificam a cor aparente do recurso hídrico. De acordo com Moraes e Santos (2019), há uma diversidade de padrões fixados para esse parâmetro em legislações estaduais, possivelmente por não existir uma concentração limite na legislação federal. Apenas seis estados brasileiros adotam esse parâmetro para verificação em caso de lançamento de efluentes, sendo comum a concentração limite de 100 mgSST/L. Com base nessa fonte, o rio Toledo atendeu esse padrão durante o período do estudo.

Tabela 3. Concentrações de Sólidos suspensos totais, oxigênio dissolvido e pH do rio Toledo a montante, do efluente tratado (Ponto 11) e da jusante durante os meses de julho a dezembro de 2017.

Data da coleta	Ponto da coleta	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	pH
13/07/17	Montante	12	4,95	6,95
06/07/17	Ponto 11	24	*	6,63
13/07/17	Jusante	28	3,86	6,6

10/08/17	Montante	8	11,05	6,89
03/08/17	Ponto 11	14	*	5,89
10/08/17	Jusante	15	9,46	6,61
18/09/17	Montante	21	5,36	6,81
09/09/17	Ponto 11	13	*	6,86
18/09/17	Jusante	20	7,45	6,89
05/10/17	Montante	2	9,18	6,56
05/10/17	Ponto 11	16	*	6,88
05/10/17	Jusante	5	8,16	6,67
06/11/17	Montante	<1,00	10,91	7,29
03/11/17	Ponto 11	11,5	*	7,08
06/11/17	Jusante	3	10,04	7,2
14/12/17	Montante	22,86	6,57	6,82
11/12/17	Ponto 11	4	*	6,32
14/12/17	Jusante	30	6,27	6,81
Parâmetros CONAMA CLASSE 2		*	Mínimo 5,0mg/L	5,0 a 9,0

Observação: o * representa que não ocorreu leitura, visto que as concentrações de oxigênio dissolvido em efluentes são próximas de zero.

A concentração de oxigênio presente na água é condicionada à pressão atmosférica (altitude) e à temperatura do meio. Ambientes mais frios têm maior capacidade de dissolver oxigênio; já em maiores altitudes (menor a pressão atmosférica), o oxigênio dissolvido apresenta menor solubilidade. A concentração de OD na água é uma das causas mais comuns de mortandade de seres vivos em ecossistemas aquáticos. Cada organismo aeróbio irá apresentar uma faixa ótima de OD para sobreviver. As carpas, por exemplo, conseguem suportar concentrações de OD de 3,00 mg/L, ao passo que as trutas necessitam de uma concentração em torno de 8,00 mg/L de OD. Além disso, o estágio de vida do animal também influencia na necessidade de OD, visto que alevinos geralmente precisam de mais OD que peixes adultos. De modo geral, valores de OD menores que 2,00 mg/L pertencem a uma condição perigosa, denominado Hipoxia (baixa concentração de OD na água), podendo tornar o meio anaeróbio (sem a presença de oxigênio), de modo a limitar radicalmente as formas de vida no ambiente (FIORUCCI; BENEDETTI FILHO, 2005; CETESB, 2019).

De acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357, de 2005, a concentração de oxigênio dissolvido (OD) para rios classe 2 - classe do rio Toledo - é de 5,0 mg/L para qualquer amostra. Tal condição não foi atendida no mês de julho, mês esse em que foram observadas, no efluente lançado, as segundas maiores concentrações de DBO (28,00 mg/L) e DQO (69,00 mg/L).

Com relação ao pH, tanto o efluente após tratamento como os valores a montante e a jusante do lançamento atendem o estabelecido pelas legislações ambientais, isto é, estavam entre 5,00 e 9,00 (Tabela 3).

CONCLUSÃO

Com a pesquisa realizada, é possível observar que o lançamento de efluentes em rios pode alterar suas características naturais quando ocorre em desacordo com o estabelecido em legislações ambientais. Quando os lançamentos ocorrem dentro dos padrões estabelecidos por lei, o ambiente possui melhores condições de recuperar o equilíbrio. A pluviosidade pode influenciar as características de autodepuração de um corpo hídrico.

A DBO e DQO da jusante, na maioria das vezes, foi superior ou igual a DBO e a DQO da montante, devido à carga orgânica inserida pelo lançamento. Os parâmetros de SST e pH estão de acordo com a literatura e a legislação para rios Classe 2. As concentrações de DBO do rio nos meses 07 e 09, bem como a concentração de OD do mês 07, não atenderam as legislações ambientais.

REFERÊNCIAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de 2017**. Associação Brasileira de Proteína Animal, São Paulo, 2018.

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual de 2018**. Associação Brasileira de Proteína Animal, São Paulo, 2019.

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 22^a ed. 2012.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – ACSA**. Joaçaba, v.2, n.1, p.87-96, jan./jun. 2011. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/view/864/pdf_154>. Acesso em: 10 mar. 2015.

BIBBAL, D.; KÉROURÉDAN, M.; LOUKIADIS, E.; SCHEUTZ, F.; OSWALD, E.; BRUGÈRE, H. Slaughterhouse effluent discharges into rivers not responsible for environmental occurrence of enteroaggregative *Escherichia coli*. **Veterinary Microbiology**, v. 168, p.451-454, 2019.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**.

BRASIL. 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.**

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.**

CETESB. **Mortandade de Peixes.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - 2019

FARHADIAN, M.; BOZORG-HADDAD, O.; PAZOKI, M.; LOÁICIGA, H. A. Minimal adverse impact of discharging polluted effluents to rivers with selective locations. **Sustainable Cities and Society**, v. 46, 2019.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química nova na escola**, v. 22, 2005.

INSTITUTO ÁGUAS PARANÁ. **Totais mensais de precipitação de Toledo/PR em 2017.** Sistema de Informações Hidrológicas – SIH, 2018.

KAZMIERCZAK, T.; HOSSA, C. L.; MACCAGNAN, B. E.; COLLET, E. B. Estimativa teórica da produção de biogás a partir de efluente procedente de abatedouro de suínos e aves no município de Videira - SC (estudo de caso). **Ignis**, v.5, p. 05-17, 2016.

LIMA, F. A.; JUNIOR, A. C. S.; MARTINS, L. D.; SARROUH, B.; LOFRANO, R. C. Z. Revisão sobre a toxicidade e impactos ambientais relacionados à vinhaça, efluente da indústria sucroalcooleira. **CADERNO UniFOA**, v.32, p.27-34, 2016.

MARQUES, R. F. P. V. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três Municípios de Minas Gerais.** 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2011.

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reuso de águas residuárias de diversos estados do Brasil. **Revista DAE**, v. 67, 2019.

NIEWEGLOWSKI, A. M. A. **Indicadores de qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Rio Toledo.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 88.

PEREIRA, E. A. **Exaustão das águas: o que mudou no rio Toledo e no potencial hídrico no município de Toledo – PR no período de 1985 a 2010.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo. 113 p. 2016.

PINTO, L. P.; CABRAL, A. C.; SCHNEIDER, L. T.; AZEVEDO, K. D.; FRIGO, J. P.; FRIGO, E. P. Levantamento de dados sobre os dejetos suínos e suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 179-187, 2014.

RIBEIRO, E. A.; SANDRI, D.; BOÊNO, J. A. Qualidade da água de córrego em função do lançamento de efluente de abate de bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.425–433, 2013.

SABESP. **Norma técnica interna SABESP**, NTS 004, 1997. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts004.pdf>> Acesso em: 23 jun.2018.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. **Eclética Química**. vol.22. São Paulo, 1997.

VON SPERLING. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG. 4ed. 2014.

XIAO, S.; HU, S.; ZHANG, Y.; ZHAO, X.; PAN, W. Influence of sewage treatment plant effluent discharge into multipurpose river on its water quality: A quantitative health risk assessment of *Cryptosporidium* and *Giardia*. **Environmental Pollution**, v. 233, p.797-805, 2018.