



Avaliação ambiental da água superficial do Arroio Schmidt (Campo Bom, RS), por meio de análises físico-química, biológica e toxicológica em dois pontos

Bruna Dal Bosco¹, Natália Feistauer Gomes², Jeferson J. Pol³, Maicon Artmann⁴

¹Universidade Feevale (bruninhadalbosco@hotmail.com)

²Universidade Feevale (naty.nfg@hotmail.com)

³Universidade Feevale (jefersonpol@feevale.br)

⁴Universidade Feevale (artmann.maicon@gmail.com)

Resumo

A poluição dos corpos hídricos constitui um dos grandes problemas ambientais decorrentes do crescimento populacional e do lançamento de resíduos industriais e domésticos, que levam ao aumento das cargas poluidoras pontuais e difusas nos corpos d'água, podendo causar danos irreversíveis ou até letais à biota, além de inúmeras doenças na população humana. O Arroio Schmidt está localizado no município de Campo Bom, centro urbano da região do Vale dos Sinos, sendo um importante afluente do Rio dos Sinos. O monitoramento realizado teve o objetivo de avaliar a qualidade da água superficial do arroio por meio de análises químicas, biológicas e toxicológicas realizadas em dois pontos com 1,6 km de distância entre si. Realizaram-se análises relacionadas ao potencial de hidrogênio (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), cor aparente, condutividade, coliformes totais e cafeína. Esses parâmetros foram comparados com os limites estipulados pela Resolução 357/2005 do CONAMA, que dispõe sobre o enquadramento dos recursos hídricos do país. De acordo com a avaliação dos dois pontos de coleta no Arroio Schmidt, o corpo hídrico estudado enquadra-se na classe 4, ou seja, é passível de uso apenas para navegação e harmonia paisagística.

Palavras-chave: Monitoramento. Avaliação. Arroio Schmidt.

Área Temática: Recursos Hídricos

Environmental evaluation of the surface water of Schmidt Stream (Campo Bom, RS), through physical-chemical, biological and toxicological analyzes in two points

Abstract

Pollution of water bodies is one of the major environmental problems arising from population growth and the release of industrial and household waste, which leads to the increase of point and diffuse pollutant loads in water bodies and can cause irreversible or even lethal damage to biota, besides numerous diseases in the human population. Schmidt Stream is located in Campo Bom, in the urban center of the Vale dos Sinos region, being an important tributary of the Sinos River. The objective of the monitoring was to evaluate the quality of the surface water of the stream by means of chemical, biological and toxicological analyzes carried out in two points with a distance of 1.6 km. Analyzes related to the potential of hydrogen (pH), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), apparent color, conductivity, total coliforms and caffeine were carried out. These parameters were compared with the limits stipulated by CONAMA Resolution 357/2005, which provides a classification for national water resources. According to the evaluation of both analyzed points in Schmidt Stream, the studied water body falls into class 4, that is, it can be used only for navigation and landscape harmony.

Keywords: Monitoring. Evaluation. Schmidt Stream.

Theme Area: Water Resources



1 Introdução

Diante dos efeitos da atividade antrópica no meio ambiente, as tomadas de decisão devem levar em consideração a preservação dos recursos naturais. A degradação dos recursos hídricos, ocasionada pelo despejo crescente e contínuo de efluentes domésticos e industriais nos rios e córregos, constitui um grave problema ambiental, especialmente no que se refere às regiões metropolitanas. Os recursos hídricos assumem especial destaque nesse cenário de destruição ambiental, por se tratarem de recursos finitos e essenciais para a vida no planeta.

Voltando-se o olhar para o sul do país, verifica-se o Rio dos Sinos como um dos principais rios do Rio Grande do Sul, com uma extensão de aproximadamente 190 km e que fornece água para atividades agrícolas, industriais e para consumo humano, sendo também utilizado como meio de diluição de efluentes de esgoto doméstico, efluentes industriais e dejetos de origem rural (SEMA, 2017).

Apesar de sua importância para o desenvolvimento da região em que está inserido, o Rio dos Sinos contém diversos pontos que já foram previamente enquadrados nas classes III e IV de qualidade de água, pela classificação da resolução do CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos do país, segundo a qual a classe I representa a melhor qualidade e a classe IV, a pior (SEMA, 2017).

Para Moruzzi *et al.* (2012), os poluentes lançados nos recursos hídricos podem ser caracterizados por fontes pontuais ou difusas. As fontes pontuais de poluição caracterizam-se por uma descarga concentrada, em um determinado ponto, enquanto que a magnitude da fonte difusa – observada no Rio dos Sinos, por exemplo – é demasiadamente grande, sendo que sua ocorrência está relacionada aos ambientes rural e o urbano.

Considerando esse cenário preocupante, o presente estudo tem por objetivo avaliar a qualidade da água superficial de um afluente do Rio dos Sinos: o Arroio Schmidt, localizado em Campo Bom (RS). Para tanto, foram realizadas análises em amostras obtidas em dois pontos do arroio, possibilitando uma averiguação comparativa entre trechos, cruzando-se dados relacionados ao potencial de hidrogênio (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), cor aparente, condutividade elétrica, coliformes totais e termotolerantes, além da cafeína. Esses parâmetros foram comparados com estudos prévios e com os limites estipulados pela legislação.

É importante enfatizar que o monitoramento dos corpos hídricos, por meio de análises físico-químicas, físico-biológicas, microbiológicas e toxicológicas, assume especial importância para a comunidade acadêmica e para a sociedade em geral. Isso porque representa o caminho para obter uma compreensão das características químicas, físicas e biológicas da água, por meio da amostragem e interpretação estatística, de forma a obter informações sobre uma característica e/ou comportamento de uma variável ambiental (SIMONETI, 1999).

A caracterização e o controle da qualidade das águas superficiais são, portanto, de suma relevância em qualquer localidade. Especialmente no que se refere às regiões urbanizadas, esse acompanhamento é uma condição essencial para a evolução e para o desenvolvimento das populações, seja sob o aspecto socioeconômico ou para obtenção de qualidade de vida (SIMONETI, 1999). Mais do que isso, “a prevenção e controle da poluição dos recursos hídricos pressupõem o conhecimento da dinâmica de contaminação e da capacidade de recuperação do meio aquático” (MORUZZI *et al.*, 2012).

2 Metodologia

As áreas de estudo localizam-se no município de Campo Bom (região metropolitana de Porto Alegre/RS), que está situado no trecho inferior da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, possuindo cerca de 60 mil habitantes em 61 km², destacando-se pela elevada atividade industrial e densidade demográfica (COSTA *et al.*, 2014). Desta forma, foram analisados dois



pontos distintos do corpo hídrico Arroio Schmidt; o ponto 1 (P1), com coordenadas geográficas 29°41'03.8"S e 51°02'57.6"W; e o ponto 2 (P2), cujas coordenadas geográficas são: 29°40'23.1"S e 51°03'25.3"W. Os dois pontos estão separados por uma distância de aproximadamente 1,6 km.

As coletas foram realizadas no dia 26 de outubro de 2017, por volta das 17 horas, seguindo os padrões estabelecidos pela ABNT NBR 9898. A temperatura no dia de coleta estava em aproximadamente 25 °C, contando com uma vazão normal do corpo hídrico, tendo em vista que não houve incidência de chuvas em dias anteriores à coleta.

Após a etapa de amostragem, os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram analisados nos laboratórios da Central Analítica da Universidade Feevale, baseando-se na metodologia evidenciada pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). As análises físico-químicas compreenderam a avaliação do pH (peagâmetro da marca Marconi, modelo PA 200), OD (titulometria), DBO (aparelho de sensor de DBO Oxitop), cor aparente (colorímetro Digimed modelo DM-COR), condutividade (condutivímetro microprocessado Quimis modelo Q795M2); já a análise microbiológica objetivou a determinação de coliformes totais (cultivo em cartelas e inoculação em estufa).

Sobretudo, a análise toxicológica foi feita no Laboratório de Análises Toxicológicas do Centro Integrado de Ciências da Saúde da Universidade Feevale, através da determinação do teor de cafeína, seguindo os procedimentos de Linden *et al.* (2005), assim, determinou-se a cafeína por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC).

3 Resultados e discussão

A qualidade da água, em geral, é dada pela ocupação do solo, pelo seu uso e pelas condições naturais na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005). Sendo assim, na Tabela 1 são diagnosticados os resultados, bem como a discussão dos principais parâmetros de monitoramento de águas superficiais, de modo a relacionar com as condições encontradas no Arroio Schmidt.

Tabela 1: Resultados dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e toxicológicos

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2
pH	6,98	7,11
OD (mg.L ⁻¹)	3,67	1,1
DBO (mg.L ⁻¹)	36,0	56,0
Cor aparente (mg Pt Co.L ⁻¹)	121,0	87,7
Condutividade (µS.cm ⁻¹)	204	277
Coliformes fecais (NMP/100mL)	241960	> 241960
Coliformes totais (NMP/100mL)	> 241960	> 241960
Cafeína (ng.L ⁻¹)	3347,5	10467,1

Fonte: Autores, 2017.

De um modo geral, a Região do Vale do Rio dos Sinos, onde está localizado o Arroio Schmidt, é caracterizada por possuir grandes centros urbanos e tem sido explorada por sistemas de produção intensivos, muito em função da busca contínua pela grande quantidade de recursos naturais oferecidos principalmente pelas propriedades rurais. Não obstante, obviamente o uso excessivo de tais técnicas exploratórias resulta na falta de compatibilização com as características dos meios biológico e físico dessas propriedades. Portanto, as consequências mais visíveis são os desmatamentos de encostas, a falta de estabilidade quanto às margens dos recursos hídricos, as drenagens que causam erosão aos solos, o uso inapropriado de defensivos agrícolas, a inexistência de tecnologias potencialmente viáveis para promover o tratamento de resíduos e o tratamento de efluentes (NAIME & NASCIMENTO, 2009).



Tratando-se da coloração do Arroio Schmidt quanto aos dois pontos analisados, para este trabalho foram encontrados valores de $121,0 \text{ mg Pt Co.L}^{-1}$ (ponto 1) e $87,7 \text{ mg Pt Co.L}^{-1}$ (ponto 2), o que demonstra alteração visual bastante acentuada. De acordo com Von Sperling (2005), considera-se que a cor aparente se difere da cor verdadeira em função de que a primeira possui influência da turbidez, enquanto que a segunda se refere ao aspecto real da água com remoção da turbidez por centrifugação, este é um parâmetro físico de caracterização do abastecimento de águas brutas e tratadas.

Como os locais de coleta possuíam certo transporte de sedimentos, a presença de sólidos em suspensão e dissolvidos pode ser relacionada às alterações na cor aparente e na turbidez das águas em questão (NAIME & FAGUNDES, 2005). De toda forma, segundo Leal & Libânio (2002) a decomposição da matéria orgânica, a existência dos íons de manganês e ferro e a contaminação por resíduos industriais decorrente do lançamento de variados despejos são também justificativas bastante comuns para as alterações relacionadas à cor das águas.

Conforme Naime & Fagundes (2005) especificam, o aspecto estético é diretamente modificado pela coloração da massa líquida, tendo em vista que o uso do recurso passa a ser comprometido, especialmente para fins industriais. Segundo Von Sperling (2005), a origem industrial da coloração pode ser tóxica ou não, uma vez que a origem natural da mesma contendo matéria orgânica dissolvida pode gerar produtos trihalometanos (como o clorofórmio, por exemplo), que são potencialmente cancerígenos. Contudo, em geral, a origem natural da coloração não corresponde necessariamente a riscos à saúde, mas os consumidores podem duvidar da confiabilidade das águas em questão.

Em referência à variável pH, sobretudo, esta é considerada como um dos parâmetros mais relevantes quando se trata de pesquisas relativas à qualidade do saneamento ambiental (CETESB, 2017). A sua origem natural é decorrente da fotossíntese, da dissolução de rochas, da oxidação da matéria orgânica e do processo de absorção de gases presentes na atmosfera; já a sua origem antropogênica é proveniente de despejos industriais e despejos domésticos (VON SPERLING, 2005). Os valores de pH medidos neste estudo foram de 6,98 (P1) e 7,11 (P2), o que confere aos dois pontos avaliados a neutralidade da água em relação a esse parâmetro químico. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces até Classe IV, admite-se que o pH assuma variação de 6,0 até 9,0; logo, os valores encontrados são absolutamente aceitáveis.

Segundo a Cetesb (2017), o pH tem um efeito direto que influencia os ecossistemas aquáticos, podendo ser responsável por alterações na fisiologia das plantas. Dependendo das condições do pH, podem ocorrer efeitos quanto à solubilidade dos nutrientes e a precipitação de elementos tóxicos. A importância da neutralidade do pH quanto à existência de ecossistemas mais diversificados está ligada à estabilidade tanto para meios anaeróbios quanto para meios aeróbios.

Em geral, os fatores que afetam o pH são variados; podendo ser citados como a ausência de compostos salinos existentes nas rochas para neutralização e solubilização das águas, bem como contaminações por urina e demais excrementos de animais; ambos fatores contribuem para uma maior acidez. Por sua vez, a presença exagerada de sais dissolvidos pode acarretar no aumento da dureza, o que torna a água inadequada para o consumo humano. Quanto às consequências de possíveis alterações no pH, pode-se considerar que valores muito baixos revelam potencial de corrosão nas peças de abastecimento de água e tubulações, já valores muito elevados podem gerar incrustações (VON SPERLING, 2005; NAIME & NASCIMENTO, 2009).

No tocante à medição das condutividades para o Arroio Schmitt, foram encontrados valores de $204 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para o primeiro ponto e $277 \mu\text{S.cm}^{-1}$ para o segundo ponto. A condutividade elétrica em recursos hídricos é um parâmetro físico que estima a capacidade da



água de conduzir corrente elétrica. Estando diretamente relacionada com a presença de íons solubilizados, quanto maior for a quantidade existente dos mesmos, maior será a condutividade (SOUZA, BACICURINSKI, SILVA, 2010).

Segundo a Cetesb (2017), a condutividade é um indicativo indireto da concentração de poluentes em dada coluna d'água que contém sais dissolvidos, variando de acordo com a temperatura do sistema, a mobilidade e a valência. Apesar de não representar a quantidade exata ou relativa dos componentes, a condutividade pode fornecer uma noção das alterações na composição das águas, principalmente quanto à concentração mineral. Estima-se, com base na Cetesb (2017), que valores que ultrapassam $100 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ se referem a ambientes que têm sofrido impacto ambiental negativo.

O Oxigênio Dissolvido é a concentração de oxigênio presente na água, disponível para a respiração dos peixes e seres vivos aeróbios ou facultativos presentes no aquífero, sendo essencial a sua presença. O oxigênio é obtido através da atmosfera na interface água-ar ou de atividades de fotossíntese de algas e plantas, podendo variar dentro do corpo hídrico de acordo com a temperatura, salinidade e pressão atmosférica. Portanto a determinação da concentração de oxigênio é fundamental na avaliação da qualidade da água, estando presente em todos os processos químicos e biológicos do sistema (EMBRAPA, 2017).

Segundo Von Sperling (2005), com OD em concentrações de $4 - 5 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$ ocorre a morte dos peixes mais exigentes e, abaixo de $2 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$, morrem todos os peixes. Quando um efluente biodegradável (esgoto doméstico) é lançado em um corpo hídrico, as bactérias presentes na água causam a degradação desses poluentes, consumindo oxigênio. Se esse lançamento ocorrer diversas vezes ao longo do rio, a quantidade de oxigênio tenderá a 0, não havendo capacidade de recuperação do sistema, quando isso ocorre é possível afirmar que o rio está morto (SANT'ANNA JR., 2010).

Os níveis de OD apresentados no Arroio Schmidt foram de $3,67 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$ (P1) e $1,1 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$ (P2), indicando uma diferença significativa entre os pontos, sendo que no ponto 1 ainda poderia haver presença de vida aquática e, no ponto 2, não haveria condições respiratórias para isso, possivelmente pela alta atividade antrópica no local.

O Plano Sinos (SEMA, 2017) já havia destacado a variação no que diz respeito à concentração de oxigênio dissolvido no trecho baixo do Rio dos Sinos a partir da cidade de Campo Bom, atingindo níveis abaixo dos limites da Classe IV ($<2 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$) devido à presença de lançamentos de esgotos cloacais e efluentes industriais de curtumes e metalúrgicas.

As inúmeras substâncias orgânicas presentes no efluente são chamadas de matéria orgânica, podendo estar em suspensão ou solubilizadas, sendo classificadas como biodegradável ou persistente. Essa matéria orgânica é indicada nos efluentes como DBO e DQO, expressos em demanda de oxigênio (SANT'ANNA JR., 2010).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a medida de matéria orgânica e inorgânica presente no efluente que pode ser degradada pelos microrganismos presentes no meio, de acordo com a quantidade de oxigênio disponível, estabilizando o sistema (CLAAS, 2007; SANT'ANNA JR., 2010).

A DBO presente em rios, lagos, arroios pode ser proveniente de fontes naturais, como matéria orgânica vegetal e animal ou de fontes antrópicas, como lançamento de esgotos domésticos e efluentes residuais. Logo, é um importante parâmetro para se avaliar o grau de poluição do corpo hídrico (VON SPERLING, 2005).

Os resultados encontrados para o parâmetro de DBO_5 (20°C) na análise realizada nos dois pontos do Arroio Schmidt foi de $36 \text{ mg}.\text{L}^{-1} \text{ O}_2$ e $56 \text{ mg}.\text{L}^{-1} \text{ O}_2$ para os pontos 1 e 2, respectivamente, ambos acima do padrão estipulado na Resolução CONAMA 357/05 para Classe III ($\leq 10 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$).

De acordo com o Plano Sinos (2017) a carga orgânica de origem dos efluentes domésticos urbanos em Campo Bom corresponde a $2.933 \text{ kg}.\text{DBO}.\text{dia}^{-1}$ lançados nos



afluentes do Rio dos Sinos, entre eles o Arroio Schmidt, podendo ser este um dos motivos para o alto teor de DBO nos pontos analisados.

A respeito das análises microbiológicas realizadas no Arroio Schmidt de coliformes fecais e totais (ponto 1 e 2), os resultados encontrados também estão muito acima dos padrões definidos para águas de Classe III ($\leq 4000,0$), ficando em >241960 NMP/100mL. Esses resultados indicam a existência de uma alta carga orgânica de esgoto doméstico lançado no arroio.

Os estudos de Heck *et al.* (2017) evidenciam que a mudança da quantidade de moradias e a variação das indústrias locais que contam com muitos colaboradores são fatores determinantes que ocasionam o aumento do lançamento de dejetos humanos no arroio.

De todo modo, os coliformes totais correspondem às espécies de coliformes fecais e não fecais, indicando o grau de contaminação da água; abrangem um grande grupo de bactérias presentes nos solos, nas plantas e no trato intestinal de animais de sangue quente. Os coliformes termotolerantes indicam a presença de organismos causadores de doenças, excretados pela espécie humana através das fezes, como a *Escherichia Coli* (RICHTER, AZEVEDO NETTO, 1995; NAIME & NASCIMENTO, 2009).

Por fim, além dos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, a cafeína encontrada no Arroio Schmidt, em valor maior no ponto 2 ($10467,1 \text{ ng.L}^{-1}$) em relação ao ponto 1 ($3347,5 \text{ ng.L}^{-1}$), indica que a urbanização ao longo do corpo hídrico aumenta consideravelmente, atuando como marcador eficaz de contaminação antrópica neste corpo hídrico que, como arroio tributário, contribui para os altos índices de poluição do Rio dos Sinos.

De modo geral, o crescimento das cidades causa o adensamento populacional, acompanhado de saneamento básico precário e novos hábitos de consumo, têm colaborado para lançar nos mananciais diversas substâncias denominadas de contaminantes emergentes (CE) resultantes das atividades antrópicas (CANELA *et al.*, 2014). A ingestão de cafeína acontece principalmente através da ingestão de produtos alimentícios que contêm este elemento. Calcula-se que 70% da cafeína seja derivada do café.

A cafeína é um elemento de excreção humana, podendo ser usada como um indicador de contaminação antrópica em análise exploratória preliminar, pois é excelente indicador da presença de resíduos humanos derivados em sistemas de superfície e água subterrânea (BRADLEY *et al.*, 2007).

4 Considerações finais

As aspirações humanas e a busca pelo desenvolvimento econômico resultam na alteração do meio natural, reduzindo significativamente os recursos naturais. Entretanto, essa exploração vai além da capacidade natural de regeneração da natureza, comprometendo seu uso pelas futuras gerações. A água é um dos recursos em perigo mais preocupantes em razão do comprometimento de sua qualidade em função das intervenções antrópicas.

O Arroio Schmidt, no município de Campo Bom, está inserido neste cenário, sofrendo intenso processo de antropização. O conhecimento adequado dessa realidade, por meio do monitoramento ambiental, é condição essencial para que se promovam medidas capazes de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental. Neste sentido, as técnicas utilizadas foram eficientes para a identificação dos parâmetros mais relevantes para a caracterização da qualidade da água.

Por meio da avaliação realizada nos dois pontos do Arroio Schmidt, verificou-se que o corpo hídrico está enquadrado na classe IV (BRASIL, 2005), ou seja, suas águas são passíveis de uso apenas para navegação e harmonia paisagística.

A origem e as causas da poluição do Arroio Schmidt estão relacionadas com a crescente urbanização e indústrias no entorno desse curso d'água. Esse processo ocasiona a



descarga de resíduos orgânicos domésticos, de esgotamento sanitário e de efluentes de empreendimentos comerciais e industriais em um volume de água reduzido, o que leva à concentração dos poluentes.

Verificou-se que, dos parâmetros que foram analisados neste estudo, a cor aparente, os coliformes fecais e totais, a DBO, o OD, a condutividade e a cafeína devem receber atenção especial, tendo em vista que esses aspectos apresentaram valores muito acima dos limites máximos permitidos. Além disso, o ponto 2 pode ser considerado o local de coleta onde o impacto ambiental negativo é mais relevante, dentre os pontos analisados.

Referências bibliográficas

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. 2005. Disponível em: <https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

BRADLEY, Paul M. *et al.* **Biotransformation of caffeine, cotinine, and nicotine in stream sediments: implications for use as wastewater indicators**. Environmental Toxicology and Chemistry. v. 26, n. 6, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1897/06-483R.1/full>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, RJ, 1987.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> Acesso em: 27 nov. 2017.

CANELA, Maria Cristina *et al.* **Cafeína em águas de abastecimento público no Brasil**. São Carlos: Cubo, 2014.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade da água e suas variáveis**. Disponível em <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-rwrO0Jsl-sJ:www.quimlab.com.br/PDF-LA/Artigo%2520CETESB%2520Qualidade%2520de%2520%25C1gua%2520e%2520suas%2520Vari%25E1veis.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 23 nov. 2017.

CLAAS, I.C. **Lodos Ativados: princípios teóricos fundamentais, operação e controle**. Porto Alegre, RS, 2007.

COSTA, M. G. de; CASSANEGO, M. B. B.; PETRY, C. T. *et al.* **Monitoramento químico e do potencial genotóxico para o diagnóstico da qualidade de corpos hídricos**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 32, p. 65-74, 2014.

EMBRAPA. **Oxigênio Dissolvido**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/oxigdiss.html>> Acesso em: 29 nov. 2017.

HECK, T. M. S.; FERREIRA, L.; DEUS, N. T.; LINDEN, R.; OSÓRIO, D. M. M.; STAGGEMEIER, R. **Avaliação da água através de parâmetros microbiológicos e físico-químicos em áreas populacionais do Arroio Luiz Rau, afluente do Rio dos Sinos**,



Município de Novo Hamburgo, RS. Conhecimento online, Novo Hamburgo, v. 2, p. 105-117, jul./dez. 2017.

LEAL, F. C. T.; LIBÂNIO, M. **Estudo da remoção da cor por coagulação química no tratamento convencional de águas de abastecimento.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. 3, p. 117-128, out./dez. 2002.

LINDEN, R.; ANTUNES, M. V.; HEINZELMANN, L. S.; FLECK, J. D.; STAGGEMEIER, R.; FABRES, R. B.; VECCHIA, A. D.; NASCIMENTO, C. A.; SPILKI, F. R. **Caffeine as an indicator of human fecal contamination in the Sinos River: a preliminary study.** Brazilian Journal of Biology, v. 75, p. S81-S84, 2015.

LUIZ, A. M. E.; PINTO, M. L. C.; SHEFFER, E. W. O. **Parâmetros de cor e turbidez relacionados aos usos do solo e a morfometria da bacia hidrográfica do Rio Taquaral, São Mateus do Sul – PR.** Caminhos de Geografia Uberlândia, v. 13, n. 41, P. 52-67, mar/2012.

MORUZZI, R. B.; CONCEIÇÃO, F. T. da; SARDINHA, D. de S.; HONDA, F. P.; NAVARRO, G. R. B. **Avaliação de cargas difusas e simulação de autodepuração no Córrego da Água Branca, Itirapina (SP).** Geociência, v.31, n.3, p.447-458, 2012. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7233>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. **Controle da Qualidade da Água do Arroio Portão, RS.** Pesquisas em Geociências, Novo Hamburgo, v. 32, n. 1, p. 27-35, 2005.

NAIME, R.; NASCIMENTO, C. A. do. **Monitoramento de pH, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das águas do Arroio Pampa em Novo Hamburgo-RS.** Uniciências, v. 13, p. 107-134, 2009.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Água.** São Paulo. Edgar Blucher, 1995.

SEMA. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Relatório Executivo do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – REP Fase C: Plano de Bacia.** Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0Byn_B-4Lg7RGVTA3cVQ1SU5jTHc/view>. Acesso em: 04 dez. 2017.

SANT'ANNA JR., G. L. **Poluição Hídrica: Parâmetros e indicadores de interesse. Tratamento biológico de efluentes: Fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro, p. 37-61, 2010.

SIMONETI, Marilza de Fátima. **Projeto de Redes para Monitoramento da Qualidade da Água - Um Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá.** Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Segrac, 2005.

SOUZA, C. F.; BACICURINSKI, I.; SILVA, E. F. F. **Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul no município de Taubaté-SP.** Biociências, v. 16, n. 1, 2010.