

AVALIAÇÃO QUALIQUANTITATIVA DO EFLUENTE DE UMA INDÚSTRIA DE PAPEL: ESTUDO DE CASO EM GOVERNADOR VALADARES - MG

Lucas Soares Fonseca (*), Flávio José de Assis Barony, Luiz Fernando Rocha Penna

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) - campus Governador Valadares, lucassf.ambiental@gmail.com

RESUMO

É grande o consumo de água em processos industriais de fabricação de papel, o qual gera grande quantidade de efluentes líquidos. Desta forma, este estudo teve por objetivo geral avaliar quali quantitativamente o efluente industrial da Fábrica de Papel Santa Therezinha S/A – SANTHER – situada no município de Governador Valadares (MG). Foram efetuadas 7 campanhas na empresa, totalizando 21 análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos a fim de determinar o estado quali quantitativo do efluente da SANTHER em relação a legislação ambiental brasileira e estadual. Os resultados evidenciaram que a qualidade do efluente da SANTHER encontra-se de acordo com a legislação pertinente, e que o mesmo proporcionou questionar sobre a influência de algas verdes no efluente industrial e fragilidades encontradas na legislação ambiental brasileira e do Estado de Minas Gerais.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria de papel, efluente, legislação ambiental.

INTRODUÇÃO

O lançamento de efluentes líquidos industriais pode causar severos impactos negativos ao meio ambiente, principalmente em corpos d'água, de tal forma a deixar o ambiente completamente degradado e inóspito para a biota.

Entende-se por efluente líquido industrial toda e qualquer forma de lançamento de dejetos líquidos, com ou sem tratamento, de origem sanitária e do processo produtivo, em ambiente lótico advindo de empresas de grande porte e indústrias.

Um dos principais problemas de poluição dos cursos d'água está associado ao oxigênio dissolvido (OD). O oxigênio dissolvido em corpos d'água possui importância crucial para a respiração de microrganismos aeróbicos, bem como de outras formas de vida aeróbicas.

Contudo, a importância do OD não se restringe apenas à sobrevivência desses seres aquáticos. A presença de OD em águas residuárias industriais é desejável por prevenir a formação de substâncias com odores desagradáveis que comprometem os diversos usos da água como, por exemplo, fonte de água potável ou meio de recreação (FIORUCCI e FILHO, 2005).

Para evitar que esses impactos negativos cheguem a alterar as características físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, torna-se necessário o monitoramento do efluente industrial, a fim de identificar se o lançamento daquele efluente possui potencial poluidor significativo e se os resultados encontrados estão dentro dos estabelecidos pela legislação vigente.

Desta forma o presente estudo teve como objetivo geral a avaliação quali quantitativa do efluente industrial da empresa SANTHER no período de agosto a outubro do ano de 2015, tendo como objetivo específico a realização de análises físico-químicas e de *Escherichia coli* (*E. coli*) para atendimento da legislação ambiental vigente.

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo compreende a atual localização da Fábrica de Papel Santa Therezinha S/A – SANTHER, situada às margens da Rodovia MG-4, km 05, bairro Capim, município de Governador Valadares (MG).

Localizada em Minas Gerais, foi adquirida em abril de 1984 e vem se dedicando à produção de papéis para diversos fins. Tinha então capacidade de produção de 15.000 toneladas de papel ao ano, número que

atualmente mais que dobrou. Além da unidade situada em Governador Valadares, há outras três unidades distribuídas pelo Brasil. Em Minas Gerais a unidade é responsável por produzir papéis sanitários de folha simples, além de guardanapos.

A unidade da SANTHER de Governador Valadares construiu em 1991 a sua estação de tratamento de efluentes (ETE), iniciando suas operações em 1992, para o tratamento de todos os efluentes líquidos oriundos do seu processo produtivo (BRANDÃO 2014).

Sendo assim a fábrica adotou como método de tratamento de seus efluentes líquidos (sanitários e industriais) a canalização de ambos efluentes para serem encaminhados a um decantador primário, onde ocorrerá o processo de gradeamento, a fim de reter de sólidos grosseiros em suspensão, e processo de sedimentação da parte sólida misturada ao efluente líquido. Após este processo o efluente é encaminhado a uma lagoa aerada de mistura completa seguida por uma lagoa de polimento. Os sedimentos gerados no decantador primário (lodo) são encaminhados para uma prensa desaguadora, onde este será prensado e estocado em um pátio de secagem. O fluxograma a seguir evidencia o método de tratamento do efluente industrial utilizado pela SANTHER:

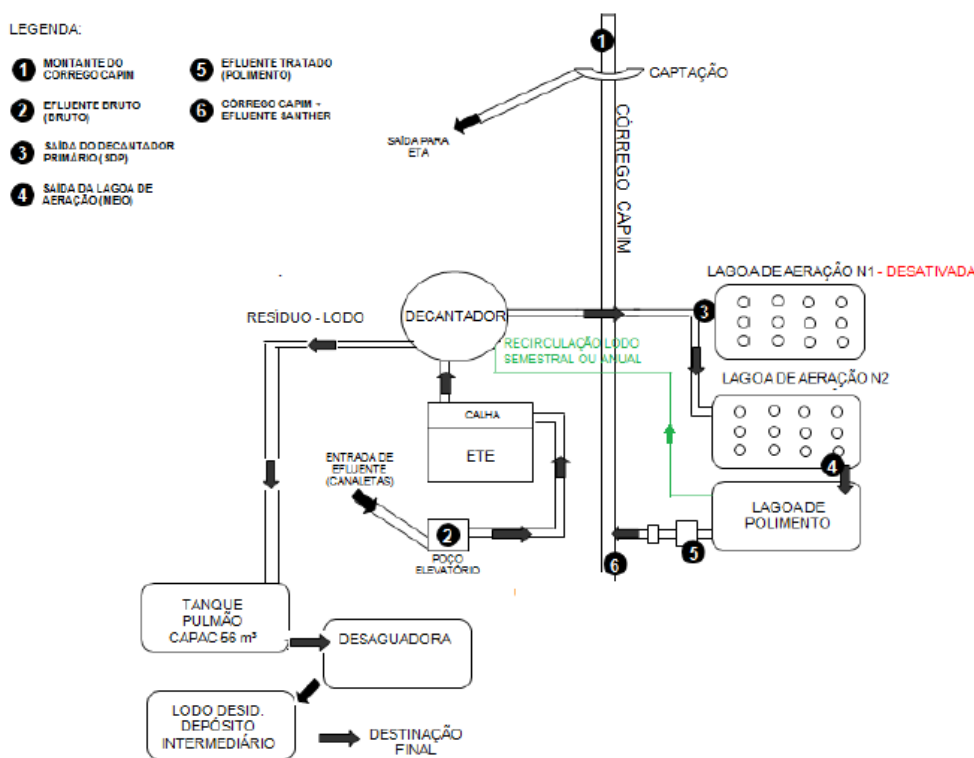


Figura 1. Fluxograma da ETE da SANTHER

Técnicas de Coleta de Análise de Dados

Foram determinados três pontos de amostragem para realização das análises. Estes pontos foram definidos conforme considerações descritas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2012), tais como a fácil acessibilidade ao ponto de amostragem, tomada de amostras no centro do canal e ponto de amostragem representativo e com turbulência, a fim de se obter uma boa mistura do efluente líquido.

Os pontos de amostragem foram georreferenciados utilizando equipamento GPS Garmin Etrex H, adotando World Geodesic System (WGS) 84, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem - Fonte: autor do trabalho.

Pontos	Latitude	Longitude	Precisão	Localização
01	S 18° 50' 07,4"	W 41° 53' 07,8"	5m	Entrada do efluente na lagoa de aeração
02	S 18° 50' 09,7"	W 41° 53' 05,1"	5m	Saída do efluente na lagoa de aeração / entrada do efluente na lagoa de polimento
03	S 18° 50' 10,9"	W 41° 53' 07,8"	5m	Saída do efluente na lagoa de polimento / lançamento final

Os parâmetros que foram avaliados, bem como a periodicidade das análises de campo e amostragens, e metodologias adotadas para o processo de análise do efluente líquido encontram-se dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros avaliados, tipos de análises, periodicidade e métodos empregados no acompanhamento do efluente - Fonte: autor do trabalho.

Parâmetro	Tipos	Periodicidade	Método	Descrição
pH	<i>In situ</i>	Semanal	Método HACH 8156 (HACH, 2015)	Introdução da sonda IntelliCAL PHC 101 no efluente líquido e medição pelo eletrodo
Temperatura	<i>In situ</i>	Semanal	Termômetro Digital	Termômetro digital incluso nas sondas IntelliCAL do equipamento
Condutividade Elétrica (CE)	<i>In situ</i>	Semanal	Método HACH 8160 (HACH, 2015)	Imersão da sonda IntelliCAL CDC 401 no efluente e medição pelo eletrodo
Oxigênio Dissolvido (OD)	<i>In situ</i>	Semanal	Método HACH 10360 (HACH, 2015)	Sonda IntelliCAL LDO 101 inserida no efluente líquido e medição pelo eletrodo
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	Laboratorial	Semanal	IDEXX (2009)	Técnica de Substrato Cromogênico Enzimático Colilert
Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)	<i>In situ</i>	Semanal	WateReuse Foundation (2007)	Correlação entre sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica proposta por uma equação

As análises físico-químicas foram realizadas em campo por meio do kit de campo robusto marca HACH, modelo HQ40d para OD, pH e condutividade (exceto sólidos dissolvidos totais) e os resultados registrados em um caderno de anotações.

Para a análise microbiológica, adotou-se a coleta de amostras conforme a resolução 724 da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), sobre procedimentos padronizados para coleta e preservação de amostras, que foram posteriormente analisadas no Laboratório de Ciências Naturais do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) campus Governador Valadares.

Vale ressaltar que todas as sondas do equipamento de campo HACH modelo HQ40d foram devidamente calibradas antes da realização das análises de campo. Os procedimentos de segurança como uso de luvas descartáveis e a devida limpeza dos eletrodos também foram adotados.

Para a análise de sólidos dissolvidos totais utilizou-se da metodologia abordada pela WateReuse Foundation (2007), cujos valores foram obtidos a partir da correlação entre sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica propostos pela equação 1.

$$SDT = CE * Kc \quad \text{equação (1)}$$

Neste caso considera-se SDT (Sólidos Dissolvidos Totais) em mg/L e CE (Condutividade Elétrica) em dS/cm. Já o Coeficiente de Correlação (Kc) adotado foi o valor de 640, cuja instituição recomenda para a maioria dos casos.

A análise de *E. coli* foi realizada de acordo com a Técnica de Substrato Cromogênico Enzimático Colilert (IDEXX, 2009). Para isso tornou-se necessário a coleta de amostras para a realização das análises no laboratório do IFMG.

As amostras de efluente foram coletadas em frascos de vidro autoclaváveis, e a técnica de amostragem adotada foi a coleta manual para águas superficiais em consonância com a resolução 724/11 (ANA, 2011).

De uma forma geral, esta metodologia de análise consiste na adição do substrato Colilert® em 100mL de amostra e, após homogeneização do substrato com a amostra, submete-se a solução a uma cartela de contagem (Quanti-Tray®) que deverá ser selada e depois incubada em uma estufa microbiológica a temperatura de 35°C pelo prazo de 24h. Somente após este prazo que os resultados poderão ser lidos para a qualificação de coliformes totais (presença/ausência) e quantificação de *E. coli* pela fluorescência gerada sob a presença de luz ultravioleta durante as leituras.

Resultados e Discussões

Durante o período do estudo foram efetuadas 7 campanhas na empresa, totalizando 21 análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos a fim de determinar o estado qualiquantitativo do efluente e relação deste com a legislação ambiental brasileira e estadual. A seguir são apresentados os resultados de cada parâmetro avaliado em cada ponto de amostragem do efluente líquido analisado na Fábrica de Papel da SANTHER em Governador Valadares (MG), bem como o tratamento destes dados e discussões dos resultados obtidos.

A figura 2 demonstra as variações do pH no lançamento final do efluente industrial da SANTHER em correlação com os limites estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG 01/08:

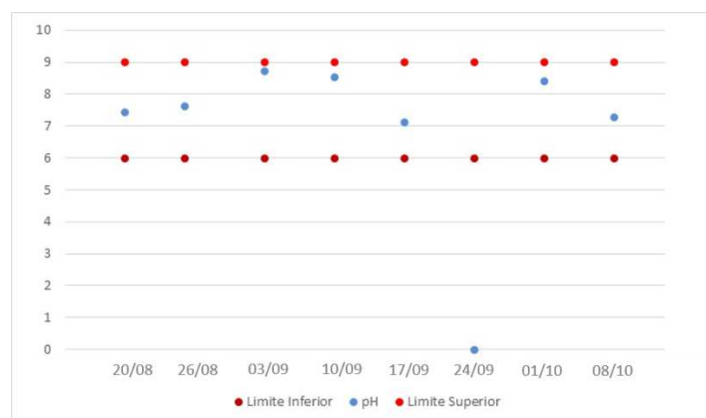


Figura 2. Gráfico variações de pH do efluente industrial

Segundo Brandão (2014), a faixa de concentração dos valores de pH é um parâmetro significativo de qualidade de efluentes industriais, sendo estreita e crítica para a existência de vida.

Outro parâmetro avaliado foi a temperatura, cujos valores obtidos nas campanhas durante o período de estudo estão representados na tabela 3.

Tabela 3. Dados de temperatura (°C) obtidos durante as análises de campo - Fonte: autor do trabalho.

Datas	Temperatura - Ponto		
	01	02	03
20/08/2015	32,8	28,2	28,6
26/08/2015	28,6	27,9	30
03/09/2015	30	28,4	29,9
10/09/2015	34,2	29,8	30,3
17/09/2015	34,8	30,8	31,9
24/09/2015	-	-	-
01/10/2015	35,5	33,1	34
08/10/2015	34,4	30	29,4

É possível observar que os valores de temperatura do efluente industrial oscilaram na faixa de 28°C a 35°C. Estes dados estão em conformidade com a legislação ambiental do Brasil e do Estado de Minas Gerais, onde os valores máximos de temperatura permitidos para lançamento final no corpo hídrico receptor devem ser inferiores a 40°C.

Para Giordano (2004):

“A poluição térmica, devido às perdas de energia calorífica nos processos de resfriamento ou devido às reações exotérmicas no processo industrial, também é importante fonte de poluição dos corpos hídricos. Neste caso o parâmetro de controle é a temperatura do efluente.”

Já os valores de condutividade elétrica obtidos durante o período de estudo encontram-se dispostos na tabela 4.

Tabela 4. Dados de condutividade elétrica (µS/cm) obtidos durante as análises de campo - Fonte: autor do trabalho.

Datas	Condutividade - Ponto		
	01	02	03
20/08/2015	829	750	760
26/08/2015	472	668	651
03/09/2015	334	539	576
10/09/2015	287	377	400
17/09/2015	416	408	429
24/09/2015	-	-	-
01/10/2015	442	418	411
08/10/2015	323	410	448

Na legislação brasileira e estadual não há valores definidos para condutividade elétrica no contexto de padrões de lançamentos de efluentes.

Para a Water Environment Federation (2007), a condutividade elétrica do efluente doméstico geralmente varia entre 50µS/cm a 1500µS/cm, embora alguns efluentes industriais têm condutividades maiores que 10000µS/cm.

Segundo Ayers e Westcot (1991 apud FIGUEIREDO *et al.*, 2005) as restrições de uso de efluentes para irrigação da maioria das culturas começam quando a condutividade elétrica é superior a 700µS/cm.

Logo, em comparativo com Ayers e Westcot (1991 apud FIGUEIREDO *et al.*, 2005), apenas a campanha do dia 20/08/2015 mostrou-se superior ao valor citado, apresentando o valor máximo de lançamento de condutividade elétrica em 760µS/cm. Todas as outras demais campanhas apresentaram valores favoráveis de condutividade elétrica para o reúso da água, como por exemplo, para fins de irrigação.

Outro parâmetro avaliado foi a concentração de sólidos dissolvidos totais. Existe uma correlação direta entre condutividade elétrica com a concentração de sólidos dissolvidos totais. Conforme a metodologia proposta pela WaterReuse Foundation (2007), os valores obtidos de sólidos dissolvidos totais (SDT) nas campanhas estão representados na tabela 5.

Tabela 5. Dados de sólidos dissolvidos totais (mg/L) obtidos durante as análises de campo - Fonte: autor do trabalho.

Datas	SDT - Ponto 01	SDT - Ponto 02	SDT - Ponto 03
20/08/2015	5,3056	4,8	4,864
26/08/2015	3,0208	5,2752	4,1664
03/09/2015	2,1376	3,4496	3,6864
10/09/2015	1,8368	2,4128	2,56
17/09/2015	2,6624	2,6112	2,7456
24/09/2015	-	-	-
01/10/2015	2,8288	2,6752	2,6304
08/10/2015	2,0672	2,624	2,8672

De acordo com a legislação do Estado de Minas Gerais a classificação dos corpos hídricos de água doce, no que se trata de sólidos dissolvidos totais, devem possuir no máximo a concentração de 500mg/L.

Metcalf e Eddy (1991, apud PIVELI, 2006) classificam os esgotos em forte, médio e fraco, com base nas concentrações de sólidos que são encontrados no efluente.

Neste contexto, os resultados obtidos de sólidos dissolvidos totais das campanhas no efluente industrial da SANTHER demonstraram-se bastante satisfatórios. O efluente, segundo Metcalf e Eddy (1991, apud PIVELI, 2006), pode ser classificado como fraco com relação às concentrações de sólidos dissolvidos, uma vez que todos os valores obtidos no lançamento final foram muito inferiores a concentração de 250mg/L.

Também foram avaliados os valores de OD durante o período de estudo, sendo assim representados na tabela 6.

Tabela 6. Dados de OD (mg/L) obtidos durante as análises de campo - Fonte: autor do trabalho.

Datas	OD - Ponto 01	OD - Ponto 02	OD - Ponto 03
20/08/2015	1,14	2,11	2,24
26/08/2015	3,32	4,56	18,66
03/09/2015	1,82	9,55	19,82
10/09/2015	1,5	8,76	13,58
17/09/2015	1,32	2,38	5,12
24/09/2015	-	-	-
01/10/2015	1,22	3,37	13,52
08/10/2015	1,45	4,05	17,2

Segundo Brandão (2014), a concentração do OD na lagoa aerada deve ser na faixa de 1-2mg/L a fim de evitar condições limitantes de OD no meio líquido. Desta forma, mesmo na entrada do efluente decantado na lagoa de aeração (Ponto 01) foi possível observar todos valores acima de 1mg/L para OD.

Nas campanhas do dia 26/08/2015 e 03/09/2015 onde encontraram-se os maiores valores registrados de OD para lançamento final do efluente (18,66mg/L e 19,82mg/L respectivamente), constatou-se a presença de algas verdes na lagoa de polimento, dando a ela a coloração e aspecto visual esverdeado.



Figura 3. Registro fotográfico do dia 03/09/2015 da lagoa de polimento da SANTHER em Governador Valadares (MG)

Conforme Cardoso *et al.* (2013):

“A presença de diferentes grupos de algas indica a qualidade do efluente, visto que, as algas produzem oxigênio através da fotossíntese e este oxigênio pode ser usado por bactérias para oxidar o material orgânico biodegradável presente nas lagoas.”

Nunes (2011 apud CARDOSO *et al.*, 2013) ainda complementa que:

“Nas lagoas de estabilização aeróbias, as algas vivem em simbiose produzindo oxigênio através da fotossíntese que são utilizados pelas bactérias, que por sua vez, estas bactérias no processo de decomposição da matéria orgânica liberam nutrientes que são utilizados pelas algas.”

Estas informações corroboram com os valores de OD encontrados na lagoa de polimento nas datas em que foram constatadas a presença de algas verdes, sendo assim possível inferir a contribuição positiva destas algas, por meio da ação fotossintética, na oxigenação do efluente industrial para o lançamento final no corpo hídrico receptor.

A legislação do Estado de Minas Gerais não estabelece valores fixos de OD para lançamento de efluentes. Entretanto, a resolução 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama, 2005) estabelece que para corpos hídricos de Classe 2 os valores de OD, em qualquer amostra destes, não seja inferior a 5mg/L.

Desta forma, apenas na campanha do dia 20/08/2015 foi possível constatar uma contribuição inferior de OD pelo efluente industrial da SANTHER, conforme consta na resolução Conama 357/05. As outras demais campanhas apresentaram resultados muito satisfatórios quanto a contribuição de oxigênio dissolvido para o corpo hídrico receptor.

Um parâmetro microbiológico estudado foi a concentração de *E. coli*. Essa bactéria é a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal, por ser abundante nas fezes humanas.

Os valores de *E. coli* encontrados nas amostras coletadas pelas campanhas durante o período de estudo estão representados na tabela 7.

Tabela 7. Dados de *E. coli* (NMP/100mL) obtidos durante as análises de campo - Fonte: autor do trabalho.

Datas	<i>E. coli</i> – Ponto 01	<i>E. coli</i> – Ponto 02	<i>E. coli</i> – Ponto 03
20/08/2015	-	-	-
26/08/2015	2,4x10 ³	5,8x10 ¹	6,6x10 ¹
03/09/2015	2,4x10 ³	8,1x10 ¹	4,3x10 ²
10/09/2015	3,1x10 ²	8,3	2
17/09/2015	1,7x10 ¹	3	5,1
24/09/2015	-	-	-
01/10/2015	8,6x10 ²	2,6x10 ¹	3,8x10 ¹
08/10/2015	4,4x10 ¹	4,2x10 ¹	2,0x10 ¹

Apesar da legislação brasileira e do Estado de Minas Gerais não apresentarem limites de lançamento para o grupo de coliformes fecais, o sistema de tratamento de efluentes da SANTHER demonstrou-se bastante eficiente com relação à remoção de *E. coli* no efluente industrial. Sobrinho (1998, apud PIVELI, 2006) relata que a remoção de coliformes por sistemas de lagoas aeradas seguidas de lagoas de decantação é muito pobre.

Aplicando o cálculo de eficiência de remoção para o contexto da *E. coli* nas lagoas da SANTHER, foi possível constatar uma capacidade de remoção de até 99,36% de *E. coli* pelas lagoas de aeração e de polimento da ETE.

Sendo assim, torna-se necessário questionar se os sistemas de lagoas aeradas seguidas de lagoas de decantação são realmente ineficientes quando se trata na remoção de coliformes, uma vez que os resultados apresentados na Tabela 5 demonstraram-se contraditórios a esta afirmação.

Considerações finais

Tendo em vista a avaliação quali quantitativa do efluente da SANTHER no seu processo de tratamento para lançamento final, os resultados obtidos nas campanhas para as análises físico-químicas e análises microbiológicas demonstraram-se em conformidade com a legislação ambiental brasileira e do Estado de Minas Gerais.

Os efeitos do oxigênio dissolvido sobre a qualidade do efluente para o lançamento final foram positivos, tanto na lagoa de aeração quanto na lagoa de polimento, tornando o ambiente aquático propício para a existência da vida. Constatou-se também a possível contribuição benéfica de algas verdes na disposição de oxigênio dissolvido para o efluente industrial.

Durante as campanhas foi possível observar na legislação ambiental brasileira e estadual a ausência de delimitações para o lançamento de alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos no que se trata de padrões de lançamentos de efluentes. Desta forma é possível inferir novas revisões na legislação ambiental, tanto para a esfera federal quanto para a esfera estadual, a fim de se estabelecer novos limites de lançamento de efluentes em corpos hídricos quanto aos parâmetros condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido e *E. coli*.

A aplicabilidade do sistema de tratamento utilizado pela SANTHER para a remoção de coliformes fecais em seu efluente também demonstrou-se muito satisfatória, apresentando uma média de eficiência de remoção acima de 80%.

Sendo assim recomenda-se que a empresa continue no aperfeiçoamento de suas tecnologias para o tratamento de seu efluente industrial, não somente para cumprir com suas obrigações ambientais legais, mas também com a finalidade de agir com responsabilidade socioambiental, garantindo assim a prosperidade do meio ambiente para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Águas (ANA). **Resolução nº 724 de 03 de outubro de 2011**. Estabelece procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade do recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas. Brasília, 2011. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/724-2011.pdf>. Acesso: 10 de abril de 2016.
2. BRANDÃO, M. D. **Avaliação operacional da estação de tratamento de efluentes de uma indústria de papel**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2014. Disponível em http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/13647/Dissertacao_Marina-Domingos-Brandao.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso: 14 de março de 2016.
3. CARDOSO, G. L.; SILVA, P.; PIERINI, S.; BONINI, E. **Identificação de algas e clorofila a em lagoas de tratamento de um frigorífico do noroeste do paraná**. Anais Eletrônico. VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar. Editora Cesumar. Maringá. 2013. Disponível em http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Gustavo_Lima_Cardoso.pdf. Acesso: 16 de março de 2016.
4. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **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. Brasília. 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso: 16 de março de 2016.
5. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº. 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Belo Horizonte, 2008. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>. Acesso: 16 de março de 2016.
6. Companhia Ambiental do Estado De São Paulo (CETESB). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em <http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso: 14 de março de 2016.
7. FIGUEIREDO, M. C. B. de *et al.* **Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 167-174, 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/esa/v10n2/a11v10n2.pdf>. Acesso: 16 de mar de 2016.
8. FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. **A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos**. SBQ - Sociedade Brasileira de Química, Química Nova na Escola. Ed. Nº 22, São Paulo, nov. 2005. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso: 20 de agosto de 2015.
9. GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de efluentes industriais**. Apostila da ABES. Mato Grosso, 2004. Disponível em <http://xa.yimg.com/kq/groups/24138517/1421219182/name/Apostila++Tratamento+de+efluentes+industriais.pdf>. Acesso: 16 de março de 2016.
10. HACH COMPANY. **Conductivity**. Direct Measurement Method, Method 8160. 8 Ed. 2015. Disponível em <http://www.hach.com/asset-get.download-en.jsa?code=56428>. Acesso: 14 de março de 2016.
11. HACH COMPANY. **Oxygen, Dissolved**. Direct Measurement Method, Method 10360. 8 Ed. 2015. Disponível em <http://www.hach.com/asset-get.download-en.jsa?code=56933>. Acesso: 14 de março de 2016.
12. HACH COMPANY. **PH**. Electrode Method, Method 8156. 8 Ed. 2015. Disponível em <http://www.hach.com/asset-get.download-en.jsa?code=56935>. Acesso: 14 de março de 2016.
13. IDEXX LABORATORIES. Disponível em https://www.idexx.com/pdf/en_us/water/64063001.pdf. Acesso: 14 de março de 2016.
14. PIVELI, R. P. **Tratamento de Esgotos Sanitários**. Apostila do curso de tratamento de Esgotos Sanitários. EP-USP, SP, 71 p. São Paulo, 2006. Disponível em <http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/APOSTILA%20-%20TRATAMENTO%20DE%20ESGOTOS.pdf>. Acesso: 16 de março de 2016.
15. WATEREUSE FOUNDATION. **Salinity Management Guide**. Estimating TDS from EC. Vers. 1. October 1, 2007. Disponível em http://www.salinitymanagement.org/Salinity%20Management%20Guide/ls/ls_3d.html. Acesso: 24 de agosto de 2015.