

Estudo da viabilidade de reuso de efluentes líquidos provenientes de atividade têxtil em Jataí-GO

Jean Carlos Conceição Assis; (jean.c.c.a@hotmail.com)
Carlos Henrique Maia; (chmaia@gmail.com)

Resumo

Com o objetivo de destacar os pontos de reuso de água residuária tratada em uma indústria têxtil localizada no município de Jataí-GO, realizou-se 05 visitas técnicas na referida indústria, entre os meses de janeiro e março de 2015, para obter informações quanto ao processo produtivo industrial e tratamento realizado na Estação de Tratamento de Águas Residuárias, além de identificar os pontos de reuso das águas utilizadas na indústria. A análise das águas residuárias tratadas foi realizada por meio de análise do efluente bruto e do efluente tratado, sendo que os pontos definidos para coleta foram na entrada o efluente bruto, onde a água passa somente pela fase de gradeamento, e na saída, a fim de observar as características de efluente tratado. As coletas e o envio das amostras ao laboratório AQUALIT foram realizadas no dia 16 de abril de 2014. Os laudos analíticos foram emitidos e contemplaram os parâmetros de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), ferro total, óleos e graxas (OG), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos sedimentáveis (SS) e surfactantes. todas as análises foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Com os resultados obtidos, foi possível concluir que as alterações na composição do efluente inviabilizam o reuso da água diretamente no processo de tingimento e lavanderia. Entretanto, se houver redução nos parâmetros, a água pode ser reutilizada em atividades como regar jardins, lavar calçadas, entre outros. Tal procedimento ocasionará grande economia à unidade industrial.

Palavras-chave: reciclagem, água, variáveis, poluentes têxteis .

Promoting the reuse of wastewater from textile activity

Abstract

In order to highlight the treated wastewater reuse points in a textile factory in the municipality of Jataí-GO was held 05 technical visits in that industry, between January and March 2015, for information about the industrial production process and treatment performed in Wastewater Treatment Plant, and identify the points of reuse of water used in industry. The analysis of the treated wastewater was performed through analysis of the crude effluent and the treated effluent, and the points defined in the input were to collect the raw effluent, which water passes only through the phase grating, and output to to observe the treated effluent characteristics. Samples were collected on April 16, 2014, and the samples sent to the laboratory AQUALIT. Analytical reports were issued and contemplated the parameters of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Iron, oils and greases (OG), Dissolved Oxygen (DO), hydrogen potential (pH), settleable solids (SS) and surfactants. All analyzes were performed according to Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AWWA, 2012). With the results, it was concluded that changes in effluent composition unfeasible the reuse of water directly in the dyeing and laundry process. However, if there is a reduction to the parameters, the water can be reused in activities such as watering gardens, washing sidewalks, etc. procedure that will result in great savings to the plant.

Keywords: Recycling, water, variables, pollutant textile.

Introdução

No decorrer das últimas décadas, tem-se observado o aumento dos problemas ambientais, que se devem principalmente ao crescimento populacional e a expansão da atividade industrial. Neste enfoque, tais fatores proporcionaram alterações verificadas na qualidade do solo, ar e água (KUNZ et al., 2002).

Toda esta problemática tem trazido prejuízos para vários recursos naturais. A água, por exemplo, tem sofrido forte impacto, limitando o desenvolvimento agrícola, industrial e urbano. Em regiões marcadas pela abundância dos recursos hídricos, há uma grande preocupação com a disponibilidade dessas águas ao longo dos anos, pois os impactos ambientais relativos aos recursos hídricos já são considerados um problema global (FERNANDES; LOPES; SANTOS, 2015).

Dentre as indústrias, a têxtil vem sendo apresentada por Shiklomanov (1997), citado por Casali (2008), como uma atividade de grande importância no que diz respeito ao desenvolvimento econômico de um país, sendo destaque, o consumo em quantidades elevadas de água no processo de fabricação, acabando por gerar efluentes com alta carga tóxica, a exemplo dos metais pesados, oriundos dos pigmentos e corantes, além dos produtos não biodegradáveis que são usados no desenvolvimento das atividades de fiação (Tecelagem e acabamento).

A água apresenta-se como um dos principais elementos do processo de produção da indústria têxtil, sendo utilizada no beneficiamento da malha de algodão, em razão do tingimento do tecido. Essa etapa causa modificações na qualidade da água usada, em função das substâncias químicas incorporadas ao processo (SANTOS, 2015).

Os efluentes gerados no processo produtivo das indústrias têxteis são marcados pelo alto teor de Demanda Química de Oxigênio (DQO), sólidos totais e intensa coloração, que acabam incorporando cor, acidez, alcalinidade, sólidos suspensos, óleos e graxas ao corpo receptor (SHIKLOMANOV, 1997, citado por CASALI, 2008). Nesse sentido, o tratamento das águas residuárias garante a atenção aos parâmetros de qualidade, tornando possível a reutilização deste recurso. Sendo uma maneira de diminuir os impactos ambientais e os custos da produção (FERNANDES; LOPES; SANTOS, 2015).

Buscando uma forma de diminuir a carga destinada pelo processo industrial à Estação de Tratamento de Águas Residuárias (ETAR), indústrias têxteis usam como alternativas a reciclagem de correntes de efluentes líquidos e a recuperação de produtos e subprodutos (MORELL; ROSELL; SANCHES, 1996). De acordo com Martins (1997) os

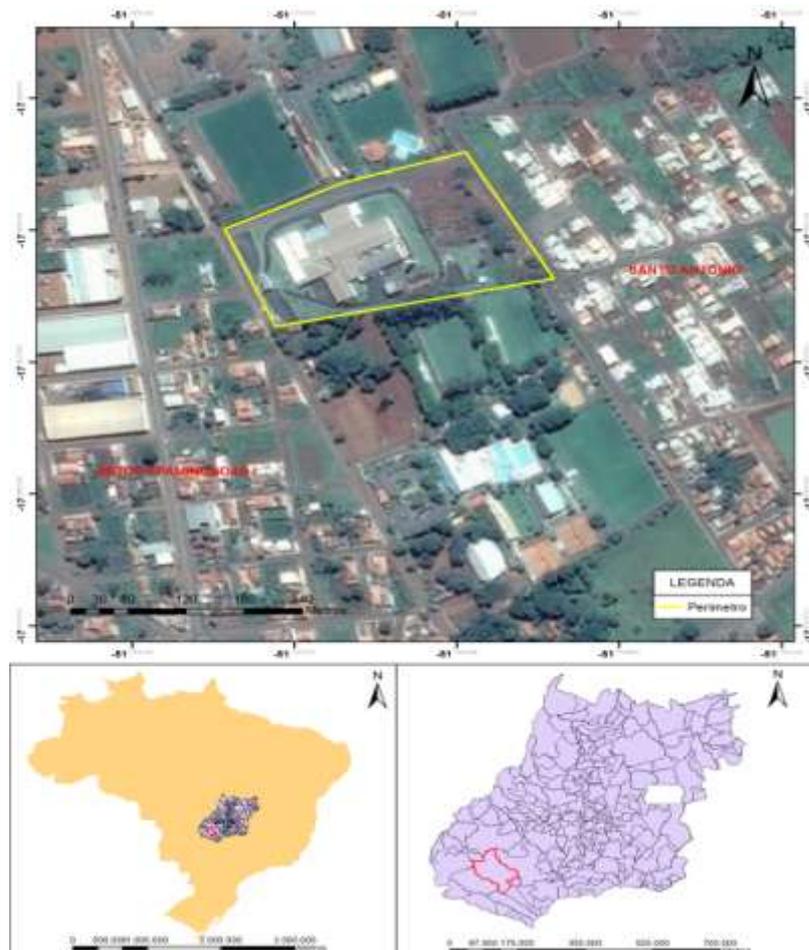
principais pontos de reutilização direta são as etapas de lavagem, tingimento, amaciamento, ou indireta no resfriamento, aquecimento ou produção de vapor em caldeiras.

O presente trabalho teve como objetivo identificar pontos de reuso de águas residuárias tratadas em uma indústria têxtil localizada no município de Jataí-GO.

Materiais e métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado em uma indústria têxtil, localizada no município de Jataí-GO, no Sudoeste Goiano, situada nas coordenadas geográficas: 17°52'01,43"S e 51°43'39,10"W, com capacidade de produção de 600 peças por dia com cerca de 400 colaboradores.



Fonte: Imagem Google Earth (2014).

Figura 1. Localização da indústria têxtil no município de Jataí-GO.

Coleta de dados

Foram realizadas 5 visitas técnicas na indústria em estudo, entre os meses de janeiro e março de 2015, com a finalidade de levantar informações do processo produtivo industrial, descrever o tratamento realizado na ETAR (Estação de Tratamento de Águas Residuárias), caracterizar as águas residuárias tratadas e identificar pontos de reuso de águas na indústria.

As informações acerca do processo produtivo foram adquiridas por meio de visita técnica, com o acompanhamento do engenheiro responsável, onde foi possível observar as etapas do processo produtivo, com ênfase naquelas de maior demanda hídrica e de maior impacto na ETAR. A caracterização do tipo de tratamento realizado na indústria também foi feita na ocasião da visita, que contou com a consulta ao projeto da ETAR, possibilitando desta forma, a identificação do tipo de tratamento e dos parâmetros de projeto utilizados no dimensionamento.

A caracterização das águas residuárias tratadas foi realizada por meio de análise do efluente bruto e do efluente tratado. Os pontos definidos para coleta foram a entrada e a saída do efluente. Na entrada o efluente bruto passa somente pela fase de gradeamento, e na saída tem características de efluente tratado (Figura 2).

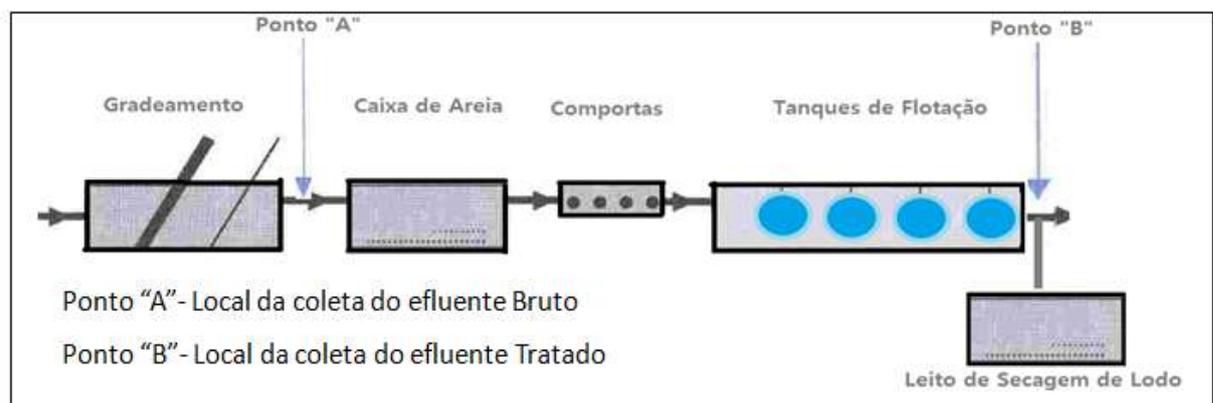


Figura 2. Fluxograma dos Pontos de coletas do efluente bruto e tratado.

A coleta foi realizada no dia 16 de abril de 2014 e as amostras enviadas ao laboratório AQUALIT. Os laudos analíticos que foram emitidos contemplaram os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Ferro Total, Óleos e Graxas (OG), Oxigênio Dissolvido (OD), Potencial Hidrogeniônico (pH), Sólidos sedimentáveis (SS) e Surfactantes, todos as análises foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA, 2012).

A identificação dos pontos de reuso de águas na indústria foi feita levando em consideração as atividades que demandam um volume maior de recurso hídrico com ênfase na qualidade da água de reuso exigida pela atividade na indústria têxtil.

O processo de produção na indústria têxtil é dividido em diferentes etapas, sendo elas: corte, produção, lavanderia e acabamento (Figura 3).

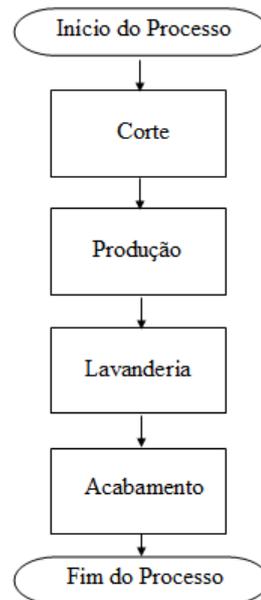


Figura 3. Fluxograma dos processos da Indústria Têxtil de Jataí-GO.

A etapa do corte é uma fase que compreende o estendimento, que procede à sobreposição de folhas da matéria-prima sobre uma mesa, formando um colchão, onde o comprimento e número de folhas devem estar de acordo com o estudo que é desenvolvido no momento da preparação até a realização do corte. Esta operação utiliza carros de estender, que apresentam diferentes graus de automatizado. Posteriormente, a matéria-prima é cortada no formato dos elementos que constituem a peça de vestuário, com o auxílio de equipamento adequado.

Em seguida, a fase de produção é iniciada com a preparação da costura. Neste momento, é efetuada a separação dos diversos componentes que constituem as peças nas várias cores ou nos diferentes materiais que constituem o colchão, sua identificação é feita por meio de etiquetas e posterior agrupamento em lotes (com um número pré determinado de peças).

Na sequência, as peças são encaminhadas para a lavanderia, onde o tecido é lavado com água fria, água quente e depois é ensaboadado. Logo em seguida, é enxugado,

rigorosamente. A finalidade desse processo de enxugar bem o tecido é para retirar o corante hidrolisado sobre a fibra e evitar futuros problemas de desbotamento. Além disso, são utilizados fixadores para as cores fortes, quando necessário.

Para finalizar, as peças passam pela fase de acabamento e embalagem, ocasião em que se efetua o remate, o que envolve o corte das linhas excedentes que ficaram nas peças costuradas. Essa operação é efetuada manualmente com a ajuda de uma tesoura.

Portanto, é assim que ocorre todo o processo de confecção da produção média diária de 600 peças de roupas.

Foi possível observar com a descrição do processo que somente a etapa de lavanderia utiliza-se de água para a execução das tarefas, sendo a única contribuição de vazão na ETAR. Neste procedimento a capacidade média de geração é de 70 m³/dia, considerando a variação de acordo com a produção diária. Este efluente têxtil possui altos conteúdos de corantes, surfactantes e aditivos que geralmente são compostos orgânicos de estruturas complexas (LEDAKOWICZ; GONERA, 1999).

Com os objetivos de tratar os efluentes industriais e de reaproveitar a água envolvida, implantou-se no ano de 2001 a ETAR. A estação foi dimensionada para uma vazão de projeto de 80 m³/d, contemplando os processos físicos e químicos.

O sistema de tratamento de efluente da indústria têxtil é composto por duas grades médias, duas caixas desarenadoras, que contém quatro comportas e liberam o efluente para os quatro tanques de flotação. Cada tanque possui capacidade de 20,0 m³, após a passagem da água residuária nos tanques, a parte flotante é drenada para os leitos de secagem de lodo e a água tratada segue para a rede de esgoto da cidade.

Tratamento Preliminar

O sistema de tratamento de efluente da indústria têxtil, em sua fase preliminar, é composto por gradeamentos e caixa desarenadora (Figura 3). O gradeamento é a etapa na qual ocorre a remoção de sólidos grosseiros e os materiais de dimensões maiores ficam retidos nas grades, os quais são classificados pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) como Classe I, ou resíduos perigosos. Em seguida, ocorre a sedimentação de material inorgânico não putrescível por uma caixa desarenadora. Neste momento, os grãos de areia, devido às suas maiores dimensões e densidade, vão para o fundo do tanque, enquanto a matéria orgânica, de sedimentação bem mais lenta, permanece em suspensão.



Figura 4. Grade coletora que separa os sólidos grosseiros (A), comportas de acesso para os tanques de Flotação(B).

Tratamento Primário Flotadores

No tratamento primário estão apresentados quatro tanques cilíndricos de flotação de, que comportam 20,0 m³ cada (Figura 4). Este passo, chamado de flotação, é a parte do tratamento de água que separa líquidos de sólidos, com nuvens de microbolhas de ar, que arrastam as impurezas em suspensão para a superfície, facilitando a remoção.



Figura 5. Tanques de flotação.

Tratamento do lodo

A indústria conta com seis leitos de secagem, que são operados em regime de batelada, sendo realizada a remoção do lodo seco a cada 15 dias considerado como resíduos

perigosos classe I, de acordo com a demanda do processo produtivo. A percolação é o processo que mais contribui para a remoção da água, onde o teor de sólidos do lodo atinge aproximadamente 20%.



Figura 6. Leito de secagem de Lodo (A), Tanque de tanque flotação com lodo na superfície (B).

Resultado e Discussão

Os dados qualitativos da água residuária oriunda do processo produtivo, foram analisados por meio de consulta aos boletins analíticos emitidos pelo laboratório Aqualit Tecnologia em Saneamento SS LTDA (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros do efluente bruto e tratado gerados na indústria têxtil de Jataí – Goiás.

Parâmetro	Unidade	1º Semestre de 2014		Resolução Conama N° 430/2011	Eficiência
		Efluente Bruto	Efluente Tratado		
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mgL ⁻¹	900,0	70,0	Remoção 60%	77%
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	MgL ⁻¹	1.050,0	117,2	-	88,86
Ferro total	mgL ⁻¹	1,21	0,26	<1,4	Atende
Óleos e Graxas	mgL ⁻¹	62,7	13,2	<50	Atende
Oxigênio Dissolvido	mgL ⁻¹	< 0,05	3,1	< 5	Atende
pH	N/A	7,54	7,45	6,0 a 9,0	Atende
Sólidos Sedimentáveis	mgL ⁻¹	230,0	0,1	1	Atende
Surfactantes	mgL ⁻¹	0,85	0,61	-	Atende

É possível notar que a remoção de DBO atinge uma eficiência de 77%, reduzindo de 900 mgL⁻¹ (bruto) a 70 mgL⁻¹ (tratado). A relação DQO/DBO encontrada foi de 1,2. Resultado que não corrobora com (KELLNER; CALIJURI; PIRES, 2009) que ao analisar

efluente de indústrias nas cidades de Cajati, Jacupiranga e Pariquera-Açu no estado de São Paulo, obteve-se a relação na ordem de 24 vezes. Ainda segundo Von Sperling (2015) a relação para esgoto sanitário varia de 1,3 a 2,4. Desse modo o efluente analisado tem composição com características de biodegradabilidade, fato que justifica a destinação à rede coletora de esgotamento sanitário.

O pH ficou na faixa de 7,45 muito próximo do neutro considerando dentro do proposto pela resolução CONAMA Nº 430/2011, evitando assim possíveis danos como corrosão, incrustações que poderiam vim a obstruir ou prejudicar as tubulações. Referente aos sólidos sedimentáveis, foi constatada uma redução, de 230 mg. L⁻¹ para 0,1 mg. L⁻¹, atestando assim grande eficiência no tratamento, haja vista que houve a remoção quase total, deixando esse efluente propenso para água de reuso, pois evitaria entupimentos parcial ou total em tubulações, encanamentos, bicos etc.

Demanda hídrica

A média de vazão da água depende bastante da necessidade de produção da fábrica, que é medido em bateladas. A produção têxtil é feita por meio de um conjunto de processos aplicados no momento do beneficiamento, este que, segundo Robinson et al. (2000), citado por Alvarenga (2011) demandam um consumo muito grande de água.

Quando das visitas à indústria, no intuito de identificar os pontos de consumo de água em cada etapa, foi possível verificar que no processo que envolve o beneficiamento, cada batelada de peças nas cores claras, cor de intensidade média e cor de intensidade escura, terá uma demanda hídrica distinta (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo média de água nas etapas do processo de beneficiamento de peças cor clara, media e escura.

Etapa	Unidade	Peças cor clara	%	Cor intensidade media	%	Cor intensidade escura	%	Total Litros/Dia
Preparação	L/Dia	11.000	48,88	13.500	49,09	3.800	20,76	28.300
Tingimento	L/Dia	11.500	51,12	14.000	50,91	14.500	79,24	40.000
Total consumido	L/Dia	22.500	100	27.500	100	18.300	100	68.300

Observado o beneficiamento na produção de peças na cor clara, verificou-se que na preparação foram utilizados 11.000 L/dia de água e durante o tingimento houve o gasto de 11.500 L/dia, totalizando 28.300 L/dia de água. Já no processo realizado em peças com intensidade escura, foi visto um gasto, em sua preparação, de 3.800 L/dia de água e, durante o

tingimento gastou-se 14.500 L/dia, totalizando 18.300 L/dia de água. O maior consumo diário de água em sua produção foi observado nas bateladas de peças de intensidade média, tendo sido verificado que no seu preparo ocorreu um gasto médio de 13.500 L/dia de água, e durante o tingimento gastaram 14.000 L/dia, totalizando um gasto de 27.500 L/dia de água.

As cores de intensidade média demandam maiores variedades de coloração, com isso, um maior número de aplicação de corantes que são solúveis ou dispersos em água, elevando a quantidade utilizada. No tingimento, os corantes são absorvidos e se difundem para o interior da fibra. Segundo Weiler (2005) este fato dificulta a reutilização, devido principalmente a presença de substâncias químicas, utilizadas em outras fases do processo industrial e que podem interferir na qualidade do tingimento.

Os processos de produção exigem águas de melhor qualidade para beneficiamento têxtil, mas foram observadas outras atividades na indústria que exige consumo de água menos nobres como: limpeza da indústria, lavagem de maquinários e pátios, rega de jardins, lavagem de veículos e outros, que se totalizaram um consumo 13 m³ diários (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo médio de água utilizada para limpeza da indústria e outras finalidades.

Utilização	Total de consumo das atividades L/dia	Total de consumo das atividades L/Mês
Lavagem de maquinário		
Lavagem de pátio		
Regas de jardim	13.000	390.000
Lavagens de veículos		
Outros		

Para essa finalidade do reuso de águas menos nobres, segundo legislação nacional (Lei n. 9.433/97) (BRASIL, 1997), que trata dos instrumentos definidos para gestão dos recursos hídricos, como outorga pelo direito de uso da água e a cobrança correspondente, sendo que um dos objetivos da cobrança é o incentivo a racionalização e a adoção de medidas que possibilite a redução do consumo por meio de melhorias no processo e pela prática de reuso.

Conclusão

Ao realizar essa pesquisa foi possível perceber que as alterações na composição do efluente inviabilizam o reuso da água diretamente no processo de tingimento e lavanderia. Porém, havendo redução nos parâmetros, a água pode ser reutilizada em atividades como

regar jardins, lavar calçadas, entre outros. Fato que ocasionará grande economia à unidade industrial, trazendo benefícios, ao longo dos anos, para as reservas hídricas.

Assim sendo, é razoável sugerir que para trabalhos futuros seja feito uma avaliação do reuso nos processos da fábrica, considerando, no entanto, novos modelos de ETAR, diferente do modelo convencional, implantado pela Indústria têxtil.

Referências

ALVARENGA, R. N. **Tratamento de efluente têxtil através de processos redox e separação com membranas combinados**. 2009. 142f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo, Lorena/SP, 2009.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13.969**: Tanques sépticos – Unidade de tratamentos complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

AWWA. American Public Health Association, American Water Works Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22th Washington: APHA. American Public Health Association, American Water Works Association, 2012.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 12/05/2015.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo, Área de Concentração em Processos Químicos e Ciclagem de Elementos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 15/05/2015.

FERNANDES, I. P.; LOPES, N. M. da S.; SANTOS, Análise dos processos de uma estação de tratamento de água (ETA): um estudo de caso. **Revista InGepro**, Santa Maria. Disponível em: <<http://biblioteca.planejamento.gov.br/biblioteca-tematica-1/textos/infra-estrutura-hidrica/texto-8.pdf>>. Acesso em: 03/03/2015.

KELLNER, E.; CALIJURI, M. do C.; PIRES, E. C. Aplicação de indicadores de sustentabilidade para lagoas de estabilização. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.14, n.4, p.455-464, out./dez. 2009.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G. de; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, v.25, n.1, p.78-82, 2002.

LEDAKOWICZ, S.; GONERA, M. Optimization of oxidants dose for combined chemical and biological treatment of textile wastewater. **Water Res**, v.33, p.2511-2516, 1999.

MARTINS, G. B. H. **Práticas Limpas Aplicadas às Indústrias de Santa Catarina**. 1997. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

MORELL, J. V.; ROSELL, M. C.; SANCHES, J. C., Tecnologia Reciclagem – Características Contaminantes e Possibilidades de Reutilização dos Banhos Residuais dos Tingimentos de Algodão. **Química Têxtil**, p. 21-34, junho de 1996.

SANTOS, S. **Impacto ambiental causado pela indústria têxtil**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1997_t6410.pdf>. Acesso em: 02/03/2015.

VON SPERLING, M. **Lodos ativado**: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte, UFMG, 2015.

WEILER, D. K. **Caracterização e otimização do reuso de água da indústria têxtil**. 2005. 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.