

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE UMA LAVANDERIA DE JEANS

Jéssica Talita Zagonel

Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Videira. E-mail: <jessica_tzagonel@yahoo.com.br>

Marta Veronica Buss

Mestre em Ciência e Biotecnologia (PPGC&B) pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Videira

Jean Carlo Salomé dos Santos Menezes

Químico; Mestre e Doutor em Engenharia pela Universidade Federal do Rio (UFRGS); Professora na Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Videira

RESUMO

No presente trabalho avaliou-se o tratamento das águas residuárias adotado numa lavanderia industrial, situada no Meio Oeste Catarinense. Os objetivos deste, consistiram em analisar a eficiência da estação, comparando os resultados finais como os padrões de emissões permitidos pela CONAMA 430/2011 e a LEI N° 14.675/2009 (SC). Para isto foram empregados métodos de: caracterização das águas residuárias bruta e tratada; caracterização e determinação da vazão do corpo hídrico receptor. Sendo assim, a vazão média do corpo hídrico $0,033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Este exibiu teores médios de OD $8,28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, DBO $123,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, DQO (não expressiva), SST $18,56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, turbidez $0,939 \text{ NTU}$, fósforo $9,27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, surfactantes $0,83 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e pH $6,64$. Nas águas residuárias bruta, os teores médios aferidos foram: DBO $206,90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; DQO $689,65 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SST $1,50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SS $488,40 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$; fósforo $367,32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; surfactantes $2,12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; pH $6,56$; OD $2,18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e turbidez $6,15 \text{ NTU}$; Já para as águas residuárias tratadas: DBO $116,1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; DQO $121,37 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SST $0,00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SS $5,00$ e $21,50 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ (dias 22 e 29/09); fósforo $23,60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; surfactantes $0,387 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; pH $5,70$; OD $6,04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e turbidez $0,352 \text{ NTU}$. Com relação a eficiência da estação de tratamento, esta apresentou remoção de DBO $< 40\%$, presença de SST, em algumas amostras, e ausência de SS. O pH, em algumas análises, ficou abaixo de $6,00$. A remoção média de fósforo e surfactantes foi de 80% e $83,13\%$ respectivamente. Diante destes resultados e segundo o que preconiza as legislações citadas, a estação avaliada possui eficiência de 57% .

Palavras-chave: Lavanderia Industrial. Tratamento Água Residuárias. Corpo Hídrico. Legislações Ambientais

INTRODUÇÃO

A escassez de água potável é um tema de interesse global. E com o decorrer dos anos, leis e legislações tornaram-se mais restritivas e rigorosas, principalmente, com relação a qualidade

das águas residuárias descartadas por empresas (BUSS et al., 2015). Dentro deste contexto, as lavanderias industriais merecem especial atenção. Isso porque, estas geram grandes volumes de resíduos líquidos, os quais, quando não corretamente tratados, causam sérios problemas ambientais.

As águas oriundas deste modelo de empresa possuem composição heterogênea com considerável quantidade de material tóxico e recalcitrante (STRÖHER et al., 2012). Apresentam coloração nítida, sólidos suspensos em grande quantidade, pH altamente variável, temperatura elevada, grandes concentrações de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e considerável quantidade de compostos orgânicos (NAGEL-HASSEMER et al., 2012). Há presença, ainda, de matéria orgânica de baixa biodegradabilidade e estrutura complexa: corantes, surfactantes e aditivos (POLLI, 2013).

Para o tratamento das águas residuárias, muitas empresas adotam o processo físico-químico de coagulação-floculação, seguido de uma etapa de polimento através de adsorção (carvão ativado) em filtros (BUSS et al., 2015). Nesta forma de tratamento é comum o emprego de estações compactas, devido à localização da maioria das lavanderias. Geralmente, em centros urbanos com pouca disponibilidade de área (STRÖHER et al., 2013).

No presente trabalho foi estudado o tratamento das águas residuárias adotado em uma lavanderia industrial, situada no Meio Oeste Catarinense. A lavanderia faz uso de uma estação compacta operando com um sistema físico-químico para o tratamento desta. A água utilizada no processo produtivo é captada de um córrego que passa próximo as imediações da empresa. Sendo, que o ponto de captação localiza-se a jusante do lançamento das águas residuárias tratadas.

Os objetivos deste trabalho consistiram em analisar a eficiência da estação, comparando os

resultados finais como os padrões de emissões permitidos pela CONAMA 430/2011 e a LEI Nº 14.675/2009 (Santa Catarina). Caracterizar as águas residuárias na forma bruta e tratada. Apontar melhorias para a estação de tratamento. Além de, caracterizar e determinar a vazão do corpo hídrico.

MATERIAIS E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

A empresa estudada atua no ramo de fabricação de peças de vestuário para jovens e adultos. Esta situa-se no Meio Oeste Catarinense, em área urbana. No local da realização deste estudo funciona a lavanderia. Onde, na qual as peças de jeans são trabalhadas empregando diversos maquinários e produtos químicos.

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIAS

A empresa optou por uma estação compacta de tratamentos de águas residuárias, da marca Nascente® (Laguna, SC). Esta opera um sistema físico-químico, com vazão possível de tratamento de até 3800 L.h⁻¹. O Fluxograma 1 ilustra o sistema de tratamento da empresa.

Fluxograma 1 – Estação de tratamento compacta da empresa



Fonte: Autora (2015).

Conforme o esquema ilustrado no Fluxograma 1, o tratamento divide-se em três etapas distintas: preliminar, primário e secundário. Na etapa preliminar as águas residuárias proveniente da lavagem do jeans são direcionadas a 2 caixas de passagem (com capacidade de 16 e 19 m³ respectivamente). Ambas funcionam como um decantador primário, já que parte dos sólidos ficam retidos nelas. No entanto, na primeira caixa há uma peneira que impede o arraste de sólidos grosseiros.

Em seguida, por meio de uma bomba, as águas residuárias são transportadas para o tanque de equalização (capacidade de 45 m³), onde bolhas de ar são ejetadas para auxiliar na homogeneização. Permitindo assim, com que as próximas etapas do tratamento ocorram sem altas variações nos parâmetros (SOUZA; AREAS; PERTEL, 2013).

No tratamento primário as águas residuárias são direcionadas para um decantador onde há adição primeiramente da NaOH (soda 49/51%). Tal composto tem por função auxiliar a coagulação, elevando a velocidade de sedimentação, aumentando a resistência do floco ao cisalhamento e minimizando a queda acentuada do pH (LIBÂNIO, 2010).

Na sequência há adição do PAC (Policloreto de Alumínio – Al₂(OH)₃Cl₃) composto coagulante. Que atua nas cargas superficiais das moléculas (potencial zeta) desestabilizando-as, permitindo a aproximação destas. Facilitando desta forma, a formação de flocos quando adicionado um polímero (LIBÂNIO, 2010).

E por fim, à adição do polímero Poliacrilamida Aniônica, que como mencionado anteriormente, possibilita à formação de flocos e o fenômeno de separação sólido/líquido (VON SPERLING, 2005). Nos decantadores os sólidos (flocos) em suspensão, que apresentam maior densidade que a massa líquida, sedimentam gradualmente no fundo do tanque formando o lodo (JORDÃO; PESSÔA, 2005).

Este lodo é encaminhado para leitos de secagem (capacidade de 4,22 m³). E disposto em cima de uma cama de serragem. Parte da água que está ainda incorporada neste é evaporada pela ação da luz solar. E a outra parte infiltra pela serragem sendo conduzida ao tanque de equalização. Os sólidos restantes são coletados e armazenados, para posterior disposição em aterro.

A fração líquida dos decantadores seguem para dois filtros ambos de fluxo descendente, com meio filtrante consistido de carvão ativado. Sen-

do o primeiro um filtro gravitacional e o segundo de pressão. Tais filtros possuem como função primordial, a remoção de partículas responsáveis pela cor e turbidez (MACÊDO, 2007).

O tratamento secundário consiste na inativação dos microrganismos residuais presentes nas águas residuárias tratadas (VON SPERLING, 2005). Pois, muitos destes apresentam características patogênicas, sendo considerados causadores de muitas doenças de veiculação hídrica (LEME, 2014). Para atingir tal fim, a empresa utiliza de um solução de Hipoclorito (NaClO – 12%), na forma líquida numa concentração 1/10.

Após o tratamento, as águas residuárias são descartadas em um corpo hídrico localizado próximo a empresa. Cabe ressaltar que a dosagem de produtos é feita por uma dosadora automática da marca Exatta®, em associação com uma bomba. Que opera com uma vazão de 26,07 m³.h⁻¹.

VAZÃO DO CORPO HÍDRICO

A medição da vazão foi aferida no dia 15 de agosto de 2015. Por meio, do método do flutuador descrito por Palhares et al. (2007). Cabe ressaltar, que faziam quinze (15) dias que o córrego não recebia a contribuição da água da chuva. Ou seja, este apresentava escoamento dentro do observado em grande parte do ano.

PERIODIZAÇÃO

O estudo foi realizado no período de julho a novembro de 2015. As amostras foram coletadas pela manhã. Sendo que as análises físico-químicas das águas residuárias realizadas nas datas expressas 22/09; 29/09; 05/10 e 18/10.

COLETA E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas em quatro pontos distintos. Ponto 1 - montante do lançamento das águas residuárias tratadas; Ponto 2 - jusante ao lançamento; Ponto 3 - água residuária tratada; Ponto 4 - água residuária bruta.

Essas eram acondicionadas em frascos estéreis e armazenadas em uma caixa térmica com gelo. E encaminhadas para o laboratório de monitoramento ambiental, da Universidade do Oeste de Santa Catarina – Campus Videira, para realização dos procedimentos experimentais.

PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS

Para os procedimentos de análise das amostras seguiu-se a metodologia proposta pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012). No entanto, os teores de surfactantes foram determinados pela empresa Ecológica Engenharia e Meio Ambiente (Videira - SC).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

MEDIÇÃO DA VAZÃO DO CORPO HIDRÍCO

Seguindo a metodologia, a vazão média do corpo hídrico, em uma temperatura de 29° C, é de aproximadamente 0,033 m³.s⁻¹. A empresa, por sua vez, descarta uma vazão de aproximadamente 3800 L.h⁻¹ ou 0,001 m³.s⁻¹ de águas residuárias tratadas no córrego.

Diante destes resultados, torna-se possível afirmar que a vazão de descarte da empresa não altera o regime de escoamento do corpo receptor. Entretanto, recomenda-se um contínuo monitoramento desta, principalmente, nos períodos de estiagem, afim de impedir impactos ambientais.

CARACTERIZAÇÃO DO CORPO HIDRÍCO

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados das concentrações dos parâmetros avaliados no ponto 1 e 2, montante e jusante do lançamento das águas residuárias tratadas.

Para a manutenção da vida aquática são necessários teores mínimos de OD de 2 a 5 mg.L⁻¹ (LIBÂNIO, 2010). Levando em consideração esta informação, o corpo hídrico estudado exibiu teores apreciáveis de OD, entorno de 7,49 a 8,97 mg.L⁻¹. Estes são explicados devido a geografia deste, que possui fundo pedregoso e numerosos desníveis ao longo do seu percurso.

Quanto a presença de matéria orgânica biologicamente degradável, expressa em DBO, o maior valor verificado foi no ponto 1 no dia 29/09 (196,51 mg.L⁻¹). Sua existência é justificada, pelas folhas e galhos das árvores, existentes próximos ao córrego. Além disto, há inúmeras edificações construídas junto as margens deste, o que acarreta no descarte ilegal de esgoto doméstico.

Para o parâmetro DQO, não obteve-se resultados significativos, ou seja, foram abaixo da

faixa de leitura do equipamento (DR 2800) e dos reagentes utilizados. Indicando algum erro na realização das análises. Porém, no ponto 2 - dia 18/10 houve leitura de 48,50 mg.L⁻¹. Esse aumento na concentração de DQO deve-se principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2015).

No corpo hídrico avaliado a quantidade de sólidos variou de 4,50 a 45,00 mg.L⁻¹. A presença de sólidos tem origem nas partículas minerais liberadas pelas rochas em virtude do intemperismo provocando pela correnteza do córrego. Que também promove o arraste do solo das margens e fundo. Além da, matéria orgânica suspensa (folhas, galhos e casca de árvores).

Em geral, a turbidez das águas superficiais está compreendida na faixa de 3 a 500 NTU (LIBÂNIO, 2010). No entanto, nas amostras esta situou-se entre 0,219 e 2,03 NTU. Tais valores estão abaixo do referenciado na literatura. E são esclarecidos devido à grande quantidade de pedras presentes no corpo hídrico, que exercem a função de um filtro retendo impurezas nos seus poros.

Os teores de fósforo ficaram entre 0,55 a 6,20 mg.L⁻¹. Sendo que, o maior teor observado foi no ponto 1 no dia 18/10 (46,50 mg.L⁻¹). Esse aumento pode ter origem nas águas de lavagem dos carros descartadas pelos dois postos de gasolina situados a montante deste ponto de captação. A mesma explicação é válida para o parâmetro surfactantes que apresentou valor superior no ponto 1 (1,42 mg.L⁻¹).

O pH influencia nos ecossistemas aquáticos naturais, devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies (CETESB, 2015). As amostras em geral apresentaram valores de pH próximos a neutralidade. Sendo assim, como os teores de matéria orgânica não são altos, há disponibilidade de oxigênio e o pH apresentou resultados não muito distantes do neutro, alguns peixes desenvolvem-se especialmente nos trechos mais planos e fundo do corpo hídrico.

A identificação e contagem de microrganismos nos corpos d'água é de significativa relevância para a saúde pública, já que muitos são transmissores de doenças (LIBÂNIO, 2010; JORDÃO; PESSÔA, 2005). Nas amostras analisadas identificou-se um número elevado de coliformes e termotolerantes (*Escherichia Coli*) por mililitro. Os coliformes indicam a existência de microrganismo patogênicos e os termotolerantes contaminação fecal oriunda de despejos domésticos, preferencialmente.

Tabela 1 - Resultados obtidos na caracterização do corpo hídrico no ponto 1

| Parâmetro (Concentração) | 22/09/2015 Con- centração \pm DP | 29/09/2015 Con- centração \pm DP | 05/10/2015 Con- centração \pm DP | 18/10/2015 Con- centração \pm DP |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| DBO ₅ (mg.L ⁻¹) | 55,56 \pm 0,31 | 196,51 \pm 0,49 | 166,65 \pm 0,66 | 66,00 \pm 0,33 |
| DQO (mg.L ⁻¹) | < 0,00 \pm 0,00 |
| Sólidos Suspensos (mg.L ⁻¹) | 13,00 \pm 1,00 | 45,00 \pm 1,00 | 18,00 \pm 2,00 | 13,50 \pm 1,50 |
| Fósforo (mg.L ⁻¹) | 0,55 \pm 0,05 | 6,35 \pm 0,05 | 6,20 \pm 0,10 | 46,50 \pm 0,50 |
| Surfactantes | 1,42 | - | - | - |
| pH | 7,07 \pm 0,03 | 6,67 \pm 0,09 | 6,17 \pm 0,015 | 6,54 \pm 0,01 |
| Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹) | 7,495 \pm 0,005 | 8,815 \pm 0,015 | 8,49 \pm 0,01 | 8,105 \pm 0,005 |
| Turbidez (NTU) | 0,3405 \pm 0,0005 | 1,90 \pm 0,016 | 0,874 \pm 0,021 | 0,643 \pm 0,002 |
| Coliformes (UFC.mL ⁻¹) | > 483,92 | 24,72 | 357,00 | 581,80 |
| Termotolerantes (UFC.mL ⁻¹) | 114,96 | 6,46 | 97,40 | 19,60 |

Fonte: Autora (2015).

Legenda: DP - Desvio Padrão.

Tabela 2 - Resultados obtidos na caracterização do corpo hídrico no ponto 2

| Parâmetro (Concentração) | 22/09/2015 Con- centração \pm DP | 29/09/2015 Concentração \pm DP | 05/10/2015 Concentração \pm DP | 18/10/2015 Con- centração \pm DP |
|---|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| DBO ₅ (mg.L ⁻¹) | 54,615 \pm 0,49 | 191,00 \pm 0,47 | 168,79 \pm 0,16 | 84,975 \pm 0,16 |
| DQO (mg.L ⁻¹) | < 0,00 \pm 0,00 | < 0,00 \pm 0,00 | < 0,00 \pm 0,00 | 48,50 \pm 2,50 |
| Sólidos Suspensos (mg.L ⁻¹) | 4,50 \pm 0,50 | 41,00 \pm 1,00 | 8,50 \pm 0,50 | 5,00 \pm 1,00 |
| Fósforo (mg.L ⁻¹) | 0,90 \pm 0,10 | 5,80 \pm 0,10 | 4,90 \pm 0,10 | 3,00 \pm 0,00 |
| Surfactantes | 0,25 | - | - | - |
| pH | 7,07 \pm 0,08 | 6,92 \pm 0,025 | 6,49 \pm 0,01 | 6,16 \pm 0,015 |
| Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹) | 7,66 \pm 0,01 | 8,97 \pm 0,045 | 8,46 \pm 0,005 | 8,25 \pm 0,005 |
| Turbidez (NTU) | 0,219 \pm 0,001 | 2,03 \pm 0,016 | 0,875 \pm 0,03 | 0,63 \pm 0,002 |
| Coliformes (UFC.mL ⁻¹) | > 483,92 | 37,44 | 235,60 | 651,00 |
| Termotolerantes (UFC.mL ⁻¹) | 104,94 | 14,88 | 47,00 | 39,80 |

Fonte: Autora (2015).

Legenda: DP - Desvio Padrão.

Em suma, levando em consideração os dados apontados a cima, conclui-se que o córrego avaliado encontra-se em condições apreciáveis para manutenção do equilíbrio ecológico. Com ressalvas ao parâmetro microrganismos patogênicos, cujos teores aferidos estão elevados, oferecendo riscos à população que utiliza-se deste para alguma atividade de contato.

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados das concentrações dos parâmetros avaliados no ponto 3 e 4, águas residuárias bruta e tratada.

Tabela 3 - Resultados obtidos na caracterização da água residuária bruta

| Parâmetro (Concentração) | 22/09/2015 Con- centração \pm DP | 29/09/2015 Concentração \pm DP | 05/10/2015 Concentração \pm DP | 18/10/2015 Con- centração \pm DP |
|---|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| DBO ₅ (mg.L ⁻¹) | 145,035 \pm 0,825 | 234,63 \pm 1,65 | 230,505 \pm 0,50 | 217,375 \pm 0,156 |
| DQO (mg.L ⁻¹) | 211,50 \pm 1,50 | 712,00 \pm 4,00 | 271,00 \pm 1,00 | 1564,115 \pm 3,335 |
| Sólidos Sedimentáveis (*) | 0,00 \pm 0,00 | 0,50 \pm 0,00 | 2,00 \pm 0,00 | 3,5 \pm 0,00 |
| Sólidos Suspensos (mg.L ⁻¹) | 282,5 \pm 1,50 | 762,00 \pm 2,00 | 502,50 \pm 1,50 | 406,50 \pm 1,50 |
| Fósforo (mg.L ⁻¹) | 46,00 \pm 1,414 | 259,4 \pm 0,282 | 96,70 \pm 0,424 | 1067,20 \pm 9,432 |
| Surfactantes | 1,20 | 2,40 | 2,75 | - |
| pH | 6,665 \pm 0,065 | 6,77 \pm 0,01 | 6,11 \pm 0,01 | 6,69 \pm 0,005 |
| Oxigênio dissolvido (OD) | 0,885 \pm 0,005 | 2,14 \pm 0,01 | 5,47 \pm 0,01 | 0,22 \pm 0,01 |
| Turbidez (NTU) | 4,945 \pm 0,025 | 7,443 \pm 0,025 | 4,460 \pm 0,0245 | 7,756 \pm 0,0125 |
| Coliformes (UFC.mL ⁻¹) | > 483,92 | > 483,92 | > 241960 | > 241960 |
| Termotolerantes (UFC.mL ⁻¹) | 53,34 | 397,26 | < 1 | 410 |

Fonte: Autora (2015).

Legenda: DP – Desvio Padrão.

* (mL.L⁻¹)

Tabela 4 - Resultados obtidos na caracterização da água residuária tratada

| Parâmetro (Concentra- ção) | 22/09/2015 Con- centração \pm DP | 29/09/2015 Concentração \pm DP | 05/10/2015 Concentração \pm DP | 18/10/2015 Concentra- ção \pm DP |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| DBO ₅ (mg.L ⁻¹) | 91,08 \pm 1,00 | 151,14 \pm 0,66 | 139,68 \pm 0,31 | 82,50 \pm 1,00 |
| DQO (mg.L ⁻¹) | 130,00 \pm 2,00 | 152,50 \pm 0,50 | 83,50 \pm 0,50 | 140,50 \pm 3,50 |
| Sólidos Sedimentáveis (*) | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 |
| Sólidos Suspensos (mg.L ⁻¹) | 5,00 \pm 1,00 | 21,50 \pm 1,50 | 0,00 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 |
| Fósforo (mg.L ⁻¹) | 9,90 \pm 0,6 | 23,80 \pm 0,3 | 16,15 \pm 0,05 | 44,50 \pm 0,50 |
| Surfactantes | 0,12 | 0,51 | 0,53 | - |
| pH | 6,26 \pm 0,015 | 6,08 \pm 0,05 | 5,24 \pm 0,01 | 5,20 \pm 0,01 |
| Oxigênio dissolvido (OD) | 5,90 \pm 0,00 | 5,55 \pm 0,05 | 6,08 \pm 0,01 | 6,635 \pm 0,0025 |
| Turbidez (NTU) | 0,386 \pm 0,0015 | 0,518 \pm 0,00125 | 0,330 \pm 0,0017 | 0,172 \pm 0,0008 |
| Coliformes (UFC.mL ⁻¹) | 34,658 | > 48,392 | 200 | 2100 |
| Termotolerantes (UFC. mL ⁻¹) | < 1 | 0,492 | < 1 | < 1 |

Fonte: Autora (2015).

Legenda: DP – Desvio Padrão.

* (mL.L⁻¹)

As razões DQO/DBO verificadas por meio de análises das águas residuárias brutas foram as seguintes: 1,46; 3,03; 1,15; 7,2. Deste modo, é possível aferir que estas águas admitem a ambos processos de tratamento. A melhor solução viria de um estudo da eficiência da utilização separa-

damente ou em conjunto de um sistema físico-químico e/ou biológico.

Ainda com relação aos parâmetros DBO e DQO, observa-se uma grande oscilação nos resultados. Tais variações devem-se aos diferentes métodos e produtos usados durante o beneficia-

mento do jeans, ao longo de um dia. Ademais, como a empresa faz uso da água do córrego, sem nenhum tratamento, muitas características destes estão incorporada as das águas residuárias.

Os altos teores de DQO, indicados nos dias 18/09 e 29/10 (712,00;1564,115 mg.L⁻¹) estão relacionado, especialmente, aos processos de produção de calças jeans descoloridas. Cabe ressaltar, que dependendo do modelo de jeans a ser trabalho necessita-se a adição de inúmeros produtos químicos, que corroboram para o aumento da DQO.

Os sólidos sedimentáveis presentes na água residuária bruta derivam, principalmente, da máquina de jateamento com areia e da máquina que opera com tampas de garrafa pet e pó – Blue Ice. No entanto, nas águas tratadas não quantificou-se tais sólidos, o que leva a concluir que estes ficaram retidos no lodo dos decantadores e nas caixas de passagem.

Quanto aos sólidos suspensos, estes são compostos, em sua maioria, pelas partículas do pó dos produtos químicos usados no processo de produção e dos fiapos das peças jeans que se soltam durante os processos de lavagem. A respeito das águas tratadas, ocorreram falhas no sistema tratamento nos dias 22/09 e 29/09 (5,00; 21,50 mL.L⁻¹), onde identificou-se presença de sólidos em suspensão.

Tais falhas podem estar associadas a dosagem de coagulante e floculante ineficiente. Como na empresa não há um equipamento denominado Jar test, torna-se impossível determinar a melhor concentração de produtos químicos a serem utilizados no tratamento das águas. E de problemas com os filtros, pois estes raramente são lavados e o meio filtrante é substituído esporadicamente, acarretando assim na sua colmatação e redução de eficiência.

A presença de fósforo e surfactantes deve-se aos produtos químicos, principalmente os derivados de sabões e detergentes, empregados durante o processo de lavagem. Com relação a remoção do fósforo a estação apresentou as seguintes porcentagens de eficiência: 78,47%; 90,82%; 83,30%; 95,83%. Já as porcentagens de remoção de surfactante foram: 90%; 78,75%; 80,72%. Diante deste resultados, observa-se que a estação possui taxas de remoção superiores a 60%.

O pH das águas residuárias bruta não sofreu grandes variações durante o período de análise. Manteve-se próximo aos valores das águas do córrego. O que indica que durante as lavagens são adicionados produtos que provocam mudanças significativas neste.

Por outro lado, nas águas tratadas o pH reduziu, quanto esperava-se o contrário. Como não foi feito um monitoramento do pH ao longo das etapas de tratamento, é impossível afirmar qual o real motivo desta redução. Requerendo, assim, uma investigação detalhada e adoção de medidas para corrigi-lo.

Na avaliação do oxigênio dissolvidos das águas residuárias brutas verificou-se teores bem baixos, 0,885; 0,22; 2,14 mg.L⁻¹. Estes resultados estão ligados as altas temperaturas (60 a 85° C) em que a água do córrego é sujeitada durante alguns processos de produção. Contudo, no dia 05/10 houve um aumento deste (5,47 mg.L⁻¹). Isso deve-se a não utilização de processos de aquecimento na lavanderia no dia em questão. Já a presença de OD nas águas residuárias tratadas dá-se por meio de uma bomba que ejeta bolhas de ar para realização do processo de homogeneização no tanque de equalização.

A turbidez, como já mencionado anteriormente, está associada a presença de sólidos suspensos na água. Durante as análises, os maiores valores encontrados foram no dia 29/09 e 18/10 (7,443; 7,756 NTU), que condizem com os dias em que ocorreram processos de descoloração peças jeans.

Os testes de coliformes apontaram a existência destes em ambas as águas residuárias. Nas brutas parte destes coliformes são oriundos do córrego, pois como explicado anteriormente a empresa a usa água deste sem nenhum tratamento. Cabe destacar, que na higienização do chão da fábrica também emprega-se desta água. E no mais, as caixas de passagem e tanque de equalização estão expostos ao ar e há matéria orgânica biodegradável.

No que tange, as águas tratadas, esperava-se a ausência de coliformes. Porém, isto não confirmou-se. Assinalando, deste modo, falhas no sistema de desinfecção, ou seja, as águas residuárias tratadas não são submetidas a um tempo adequado de contato com o hipoclorito, agente sanitizante.

Entretanto, os microrganismos termotolerantes foram mais sensíveis ao hipoclorito, pois nas amostras das águas tratadas não identificou-se um número expressivo de colônias por mL. Nas águas residuárias bruta sua presença é explicada devido a fonte de água usada nos processos de produção.

AValiação DA Eficiência DA Estação DE Tratamento

A avaliação da eficiência da estação de tratamento, foi comparada com os requisitos legais de lançamento de águas residuárias tratadas em corpos hídricos, conforme apresentado na Tabela 5.

Ao confrontar os resultados das análises com a resolução CONAMA 430 e a Lei 14.675, de Santa Catarina, nota-se que o parâmetro DBO não apresentou a eficiência requerida, com exceção apenas no dia 18/10. Sendo que, a remoção de matéria carbonácea, de modo geral, ficou muito abaixo dos níveis exigidos. Deste modo, diante destes resultados a empresa precisa com urgência estudar métodos mais eficazes para a remoção de DBO.

Em relação, aos sólidos suspensos, apenas os dias 22/09 e 29/09 exibiram valores fora do exigido

do pelas legislações. O que denota problemas com a estação de tratamento, já explicados no item anterior. Já o pH, encontra-se dentro dos padrões exigidos pela CONAMA 430. Porém, nos dias 05/10 e 18/10 seus teores estão abaixo do proposto pela Lei 14.675. Como via de regra geral, adota-se a legislação mais restritiva o pH, nestes dias referidos estão fora dos padrões estabelecidos.

A remoção de fósforo, surfactantes, bem como a temperatura de descarte das águas residuárias tratadas respeitam os níveis requeridos pelas normas citadas. Sendo assim, a estação estuda apresenta algumas falhas no tratamento das águas residuárias que requerem estudos e adequações. Pois, apesar de possuir valores dentro do que impõem a resolução e a lei, precisa-se levar em consideração que estas águas descartadas não podem causar alterações no corpo receptor.

Tabela 5 - Diagnóstico da estação de tratamento

| Parâmetro (Concentração) | 22/set | 29/set | 05/out | 18/out | CONAMA 430 | LEI Nº 14.675 |
|---|--------|--------|--------|--------|------------------------|---------------|
| DBO ₅ (mg.L ⁻¹) | 37,20% | 35,60% | 39,40% | 62,04% | > 60% | > 80% |
| Sólidos Sedimentáveis (*) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | < 1 mL.L ⁻¹ | NE |
| Sólidos Suspensos (mg.L ⁻¹) | 5,00 | 21,50 | 0,00 | 0,00 | Ausência | Ausência |
| Fósforo (mg.L ⁻¹) | 78,47% | 90,82% | 83,30% | 95,83% | NE | > 75% |
| Surfactantes | 0,12 | 0,51 | 0,53 | - | NE | 2,0 mg/l |
| pH | 6,26 | 6,08 | 5,24 | 5,20 | 5 a 9 | 6 a 9 |
| Temperatura (° C) | 23,00 | 21,50 | 20,00 | 24,30 | < 40°C | NE |

Fonte: Autora (2015).

NE – Concentrações máximas não especificadas.

* (mL.L⁻¹)

PROPOSTA DE MELHORIAS

Perante os resultados expostos e discutidos anteriormente algumas medidas de melhoria são sugeridas:

- ◆ Primeiramente, recomenda-se uma análise mais detalhada das águas residuárias bruta e tratada no decorrer de um ano, para observar o comportamento desta ao longo das quatro estações. Estas análises permitirão uma caracterização mais completa. Salienta-se que até a execução do presente estudo nunca haviam sido feitas caracterizações das águas residuárias pela empresa;
- ◆ Instalar medidores de vazão, nos pontos de captação da água do corpo hídrico, antes das águas residuárias brutas serem condu-

zidas as caixas de passagem e na saída da caixa d'água, onde as água tratadas são armazenadas antes do descarte;

- ◆ Realizar um controle quinzenalmente, no mínimo, de todos os parâmetros, com exceção do pH, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos e turbidez. Cujo aferição deve ser diário devido aos impactos imediatos que estes causam no corpo receptor;
- ◆ Lavar os filtros todos os dias após o fim do expediente. A realização deste procedimento possibilitará o prolongamento da vida útil e manterá a eficiência dos mesmos;
- ◆ Higienizar ou substituir o manômetro do filtro de pressão, pois o mesmo não está funcionando;
- ◆ Pesquisar o tempo de detenção adequado

para o hipoclorito agir sobre os microrganismos presentes nas águas residuárias tratadas;

- ♦ Adicionar uma etapa para correção do pH antes do descarte das águas residuárias no corpo hídrico receptor;
- ♦ Estudar a planta da estação e propor adaptações para aumentar a remoção de matéria carbonácea. Uma sugestão seria a adoção de uma lagoa com macrófitas, que auxiliariam redução da matéria orgânica, fósforo e nitrogênio.

CONCLUSÃO

- a. A vazão média do corpo hídrico é de aproximadamente $0,033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Este exibe teores médios de: OD de $8,28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, DBO $123,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, DQO (não expressiva), SST $18,56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, turbidez $0,939 \text{ NTU}$, fósforo $9,27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, surfactantes $0,83 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e pH 6,64;
- b. As águas residuárias brutas apresentaram em média: OD $2,18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; DBO $206,90 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; DQO $689,65 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SST $1,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SS $488,40 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$; turbidez $6,15 \text{ NTU}$; fósforo $367,32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; surfactantes $2,12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; pH 6,56; coliformes superior a 20000 UFC. mL^{-1} e termotolerantes variância de 54 a 410 UFC. mL^{-1} ;
- c. Nas águas residuárias tratadas, verificou-se os resultados médios: OD $6,04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; DBO $116,1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; DQO $121,37 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SST $0,00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SS $5,00$ e $21,50 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ (dias 22 e 29/09); turbidez $0,352 \text{ NTU}$; fósforo $23,60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; surfactantes $0,387 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; pH 5,70; Coliformes superior a 2500 UFC. mL^{-1} e termotolerantes $< 1 \text{ UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$;
- d. Ao correlacionar os teores das análises com os padrões máximos permitidos de descarte de águas residuárias, delimitados pelas resolução CONAMA 430 e a Lei 14.675, de Santa Catarina, nota-se que o parâmetro DBO; sólidos suspensos e pH não atingiram a eficiência requerida;
- e. Diante dos resultados expostos algumas melhorias foram apontadas, sendo de caráter emergencial: lavagem dos filtros, a instalação de medidores de vazão e um monitoramento periódico da estação tratamento.

REFERÊNCIAS

- APHA-AWWA-WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22th. ed. Baltimore, (USA): APHA, 2012. 1 v.
- BRASIL. Resolução CONAMA 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 do Ambiente. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 maio 2011. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 4 set. 2015.
- BUSS, Marta Verônica; RIBEIRO, Edir Filipe; SCHNEIDER, Ivo André Homrich; MENEZES, Jean Carlo Salomé dos Santos. Tratamento dos efluentes de uma lavanderia industrial: avaliação da capacidade de diferentes processos de tratamento. *Revista de Engenharia Civil IMED*, v. 2, n. 1, p. 2-10, 2015. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/view/777/580>>. Acesso em: 5 set. 2015.
- CETESB. *Apêndice D: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade*. São Paulo, CETESB, 2015. 48 p. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 28 out. 2015.
- JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. *Tratamento de esgotos domésticos*. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. xxvi, 906 p.
- LEME, Edson José de Arruda. *Manual prático de tratamento de águas residuárias*. 2. ed. São Carlos, SC: EDUFSCAR, 2014. 599 p.
- LIBÂNIO, Marcelo. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3. ed., rev. e ampl. Campinas, SP: Átomo, 2010. 494 p.
- MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. *Águas e águas*. 3. ed. atual. e rev. São Paulo: Varela, 2007. xvii, 1027 p.
- NAGEL-HASSEMER, Maria Eliza; CORAL, Lucila Adriani; LAPOLLI, Flávio Rubens; AMORIM, Maria Teresa Souza Pessoa de. Processo UV/H₂O₂ como pós-tratamento para remoção de cor e polimento final em efluentes têxteis. *Química Nova*, v. 35, n. 5, p. 900-904, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000500007>. Acesso em: 03 set. 2015.
- PALHARES, Julio C.P. Medição da vazão em rios pelo método do flutuador. *EMBRAPA: Comunicado técnico*, n. 455, p. 1-4, 2007. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/443939/1/CUsersPiazzonDocuments455.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

POLLI, Anderson. Gerenciamento de impactos ambientais em lavanderias têxteis. *Revista RBGA*, v. 7, n. 2, p. 12- 8, abr./jun., 2013. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/1245/1778>>. Acesso em: 03 set. 2015.

SANTA CATARINA. Lei n. 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. *Diário Oficial de Santa Catarina*, Florianópolis, SC, 13 abr. 2009. Disponível em: <http://www.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf> Acesso em: 04 set. 2015.

SOUZA, Frank Pavan de; AREAS, Samyla Mota Ribeiro; PERTEL, Mônica. Análise da viabilidade técnica de reutilização do efluente de uma lavanderia industrial. *Perspectivas online*, Campos dos Goytacazes, v. 3, n. 7, p. 1-16, 2013. Disponível em: <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/46>. Acesso em: 10 out. 2015.

STRÖHER, Ana Paula; MENEZES, Maraisa Lopes de; CAMACHO, Franciele Pereira; PEREIRA, Nehemias Curvelo. Tratamento de efluente têxtil por ultrafiltração em membrana cerâmica. *E-xacta*, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 39-44, 2012. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/767>>. Acesso em: 04 set. 2015.

STRÖHER, Ana Paula; MENEZES, Maraisa Lopes de; PEREIRA, Nehemias Curvelo; BERGAMASCO, Rosângela. Utilização de coagulantes naturais no tratamento de efluente proveniente de lavagem de jeans. *ENGEVISTA*, v. 15, n. 3. p. 255-260, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/view/445>>. Acesso em: 04 set. 2015.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed. Belo Horizonte: Desa, UFMG, 2005. 452 p.

ABSTRACT

In the present study we evaluated the treatment of wastewater adopted an industrial laundry, located in the Midwest of Santa Catarina. The objectives of this consisted in analyzing the station's efficiency by comparing the final results as emission standards permitted by CONAMA 430/2011 and Law No. 14.675 / 2009 (SC). For that, they were employed methods: characterization of raw and treated wastewater; characterizing and determining the flow of the water body receptor. Thus, the average flow of the water body $0.033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. This showed average levels of OD $8,28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, BOD $123,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, COD (not significant), TSS $18,56 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, turbidity $0,939 \text{ NTU}$, phosphorus $9,27 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, surfactant $0,83 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and pH 6,64. In raw wastewater, the average levels were measured: BOD $206,9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; COD $689,65 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; TSS $1,50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SS $488.4 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$; phosphorus $367,32 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; surfactant $2,12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; pH 6.56; OD $2,18 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and turbidity $6,15 \text{ NTU}$. As for the treated wastewater: BOD $116,10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; COD $121,37 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; TSS $0,00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; SS $5,00$ and $21,50 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ (22 and 29/09); phosphorus $23,60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; surfactants $0,387 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; pH 5,70; OD $6,04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and turbidity $0,352 \text{ NTU}$. With regard to efficiency of the treatment station, it presented removal of BOD < 40%, the presence of TSS, in some analyzes and the absence of SS. The pH, in some analyzes, was below 6,00. The phosphorus and surfactants removal was 80% and 83,13%, respectively. Given these results and according to which advocates the cited legislation, the station evaluated has 57% efficiency.

Keywords: Industrial laundry. Treatment Wastewater. Hydride body. Environmental legislation