

MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES COM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS EM UMA AGROINDÚSTRIA NO MEIO OESTE DE SANTA CATARINA

Katia Macario da Rocha

Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Oeste de Santa Catarina. E-mail: <kaatiakowalski@gmail.com>.

Sabrina Pinto Salamoni

Professora e pesquisadora do programa de Mestrado em Ciência e Biotecnologia da Universidade do Oeste de Santa Catarina. Doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente. E-mail: <sabrinapinto.salamoni@gmail.com>.

Rafael Hoppen dos Santos

Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina. Especialista em Avaliação de Impactos Ambientais e Biodiversidade pela Universidade do Oeste de Santa Catarina. E-mail: <rafael.santos@unoesc.edu.br>.

Andrei Goldbach

Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina. Mestre em Engenharia Ambiental pela Fundação Universidade Regional de Blumenau. E-mail: <andrei.goldbach@unoesc.edu.br>.

RESUMO

O efluente proveniente dos processos industriais, quando não tratado, pode gerar vários danos a natureza e comprometer a saúde da população. Assim, o presente estudo realizado na estação de tratamento de efluentes de uma Agroindústria do Meio Oeste de Santa Catarina, teve por objetivo: realizar o levantamento dos dados referentes aos parâmetros físico-químicos (DBO, DQO, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais) de dois pontos do processo, antes e após o tratamento biológico; avaliar a eficiência do tratamento e as características do floco biológico (diversidade e ocorrência) relacionando-a aos dados físico-químicos. A avaliação da eficiência da estação bem como a análise microscópica do lodo foi realizada no período de agosto a outubro do ano de 2015, contabilizando dez análises. Conforme dados físico-químicos os valores médios, saída do Flotador foram: DBO 259,75 mg.L⁻¹; DQO 672,8 mg.L⁻¹; pH 5,85; Nitrogênio Total 31,31 mg.L⁻¹; Fósforo Total 9,05 mg.L⁻¹; Sólidos Sedimentáveis 6,65 mg.L⁻¹ e Sólidos Suspensos Totais 134,6 mg.L⁻¹. E na saída Final foram de DBO 9,70 mg.L⁻¹; DQO 29,50 mg.L⁻¹; pH 7,22; Nitrogênio Total 7,06 mg.L⁻¹; Fósforo Total 2,18 mg.L⁻¹; os Sólidos Sedimentáveis <0,10 mg.L⁻¹ e Sólidos Suspensos Totais 21,4 mg.L⁻¹. A eficiência média geral dos parâmetros variou de 76,30% a 96,23%. Nas observações, verificou-se

grande diversidade de microrganismos, comociliados livres (*Euplotes*, *Aspidisca* e *Coleps*), ciliados fixos (*Vorticella*, *Epistylis* e *Vagnicola*), flagelados (*Peranema*),amebas nuas, tecamebas (*Arcella*), além de micrometazoários como tardígrades e rotíferos. E através da relação realizada, foi possível avaliar as mudanças que ocorreram no processo.

Palavras-chaves: Microfauna. Microbiologia de Lodo. Caracterização Lodo. Lodos Ativados.

1 INTRODUÇÃO

De todos os impactos causados pela indústria, o maior foi no quesito disponibilidade e qualidade de água, isto devido ao efluente proveniente dos processos, ser descartado sem qualquer tratamento prévio. Com estes impactos passaram a afetar diretamente a população, tornou-se necessário criar métodos de tratamento do mesmo. Então surgiram inúmeras maneiras para se tratar o efluente, sendo que estas novas tecnologias têm avançando rapidamente nas últimas décadas. Com estas mudanças vieram de encontro, também as normas e leis ambientais, que se tornaram cada vez mais restritivas. Outro fator importante atualmente é o aumento da competitividade em relação ao Meio Ambiente, exigindo que as indústrias relacionem o seu aumento da produção, com um menor gasto de insumos e menor geração de poluentes (FERREIRA; CUNHA; ROQUE, 2008).

Assim, todo efluente deve ser destinado adequadamente ao corpo receptor atendendo as legislações vigentes. Sendo que, para isto existem muitas formas de tratamento destes despejos, os quais são submetidos a: tratamento preliminar por processos físicos, tratamento primário por processos físico-químicos, tratamento secundário por processos biológicos, e se necessário um tratamento final de polimento. Estas etapas têm por objetivo eliminar as mais diversas substâncias indesejáveis, e possibilitar o seu retorno ao meio ambiente com características sanitárias mais adequadas (BENTO *et al.*, 2005).

Entre as várias opções de tratamento secundário de efluentes existentes, a que mais se destaca atualmente é o sistema de Lodos Ativados. Isto porque se trata de um processo que requer pouco espaço físico e possui um grande potencial de degradação. Em contrapartida, este possui um alto custo operacional, devido ao grande consumo de energia elétrica, necessidade de mecanização do sistema e grande geração de resíduos, devido ao descarte do lodo gerado pelos microrganismos (VON SPERLING, 2002; BENTO *et al.*, 2005).

Assim o presente trabalho tem por objetivo monitorar e avaliar a eficiência do tratamento de

efluentes por processo biológico de Lodos Ativados em uma agroindústria no Meio Oeste Catarinense. Realizar levantamento de dados na empresa sobre os parâmetros físico-químicos (DBO, DQO, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais) antes e após tratamento biológico de Lodos Ativados. Com estes determinar a eficiência do sistema em questão. Também observar a diversidade da microfauna presente no lodo da estação, e relacionar os dados físico-químicos obtidos com a microfauna observada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 TRATAMENTO BIOLÓGICO TIPO LODOS ATIVADOS E A IMPORTÂNCIA DO LODO

O sistema de Lodos ativados é composto basicamente por: tanque(s) de aeração, aeradores, decantador(s) secundário e bomba(s) de recirculação. Segundo Ferreira, Cunha e Roque, (2008, p. 02), é “um sistema no qual uma massa biológica que cresce e floclula é continuamente circulada e colocada em contato com a matéria orgânica do despejo líquido afluente ao sistema, em presença de oxigênio”. Deste modo, para garantir eficiência no processo é necessária uma alta taxa de oxigenação e disponibilidade de matéria orgânica biodegradável, tudo isso para manter uma população microbológica trabalhando favoravelmente no sistema (VON SPERLING, 2002; BENTO *et al.*, 2005).

A biomassa (Lodo) presente no sistema de Lodos Ativados quando observada pelo microscópio, mostra-se mutável ao longo do tempo, mudanças estas que ocorrem devido as características variáveis do efluente que entra no sistema. Deste modo, as alterações da composição da microfauna revelam tendências do processo operacional tais como: a ocorrência de sobrecargas orgânicas, alterações na disponibilidade de oxigênio, a entrada de afluentes tóxicos, problemas com pH, alterações na sedimentabilidade do lodo, a estabilidade dos processos, entre outros (BENTO *et al.*, 2005; FERREIRA; CUNHA; ROQUE, 2008).

Assim, possuir um controle sobre as mudanças que ocorrem no sistema de Lodos Ativados é necessário para a estabilidade de operação. Tal controle deveria incluir não somente dados físico-químicos, mas também a utilização da microscópica, sendo este um instrumento rápido e eficaz de controle, que permite uma avaliação das características ocasionais do sistema (HOFFMANN, 2004).

2.3 MICROFAUNA LODOS ATIVADOS

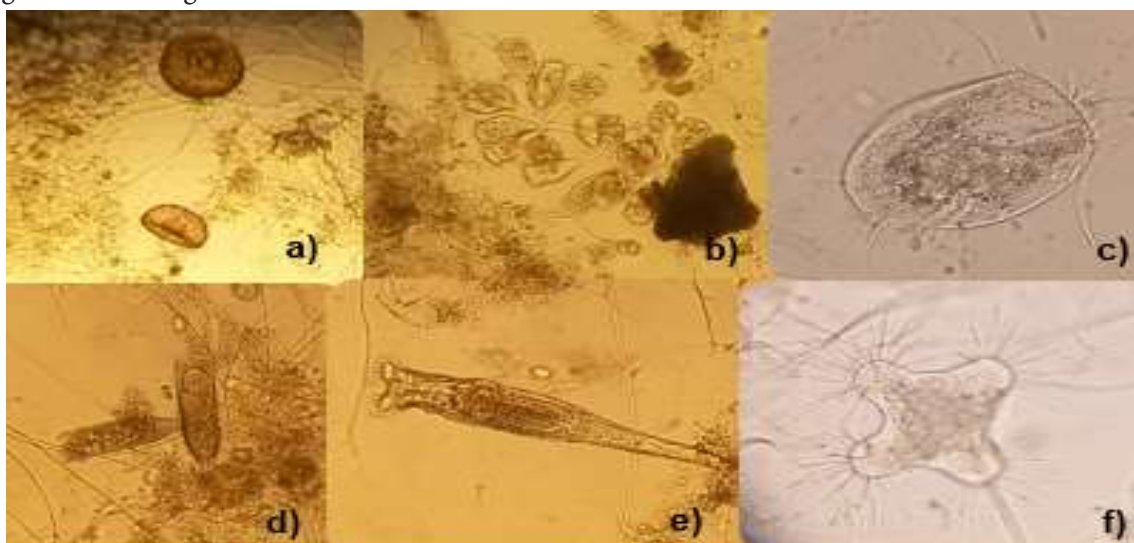
A população do sistema de Lodos Ativados é composta dos seguintes microrganismos:

- ♦ Bactérias: são as mais abundantes no sistema. Podemos diferenciá-las basicamente em 2 tipos: Bactérias formadoras de floco, que se agregam formando flocos pesados, de fácil remoção no decantador, estas removem partículas em suspensão, matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e enxofre (SAAR, 2015). E bactérias filamentosas: são estruturas compostas de bactérias, fungos e algas. Estas têm função primordial na sustentação do floco, dando-o sua estrutura e firmeza. São importantes na clarificação do efluente (HOFFMANN, 2004).
- ♦ Protozoários (Figura 1): são o grupo predominante em sistemas aeróbios. Podem ser divididos em quatro subgrupos: Amebas: apresentam-se em duas formas, uma sem parede firme, característica de sistemas com

grande disponibilidade de alimentos, e outra envolta em uma casca de proteção, a tecameba, que são características de um lodo com idade elevada, nitrificado e baixa concentração de carga orgânica (ROSA; BAZZANELLA, 2009). Flagelados: dispõem de flagelos para locomoção. São característicos da fase inicial de funcionamento, mas se encontrados em uma estação em funcionamento, são associados a cargas elevadas e deficiente aeração (SOARES *et al.*, 2014; ALMEIDA, 2008). Ciliados Livres: possuem a presença de cílios em todo seu corpo. Podem ser diferenciados em “nadadores livres”, estes são associados a efluentes com alta concentração de bactérias livres. E os “rastejantes”, que são característicos de um sistema com boas condições operacionais e eficiente remoção de matéria orgânica (SAAR, 2015; RIBEIRO; CORRÊA, 2013). Ciliados Fixos: possuem um pedúnculo, o qual fica aderido ao floco biológico. Quando em demasia são característicos de sistemas com carga altamente elevada (ROSA; BAZZANELLA, 2009).

- ♦ Micrometazoários (Figura 2): São os organismos mais complexos encontrados apenas em lodos de idade elevada e considerados indicadores de baixa toxicidade devido a sua fragilidade a grandes mudanças. Os mais comuns em lodos ativados são: Rotíferos, Nematóides, Tardígrades e Anelídeos (SAAR, 2015).

Figura 1 - Microrganismos Lodos Ativados



a) Tecameba. b) Ciliado Fixo, *Vorticella*. c) Ciliado livre, *Euplotes sp.* d) Ciliado fixo, *Vagnicola*. e) Micrometazoário, *Rotífero*. f) Ciliado carnívoro fixo, *Acineta*.

Fonte: Autora (2015).

Figura 2 – Microrganismos Lodos Ativados



a) Micrometazoário: tardígrade b) Flagelado: *Peranema* sp. c) Ameba nua.
Fonte: Genética (2014).

2.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EMISSÃO

Todos os tipos tratamento de efluentes tem por objetivo comum reduzir a carga de poluição a níveis aceitáveis, ou pré-determinados pela legislação vigente. Isto como meio de garantia de obtenção de um efluente com características compatíveis ao corpo receptor, para que não haja alterações significativas no mesmo (ROSA; BAZ-ZANELLA, 2009).

Os padrões de emissão para estes poluentes estão dispostos nas legislações: Resolução CONAMA N° 430/2011 e Lei de Santa Catarina N° 14.675/2009. Estes são estabelecidos para que possam atestar o bom funcionamento do sistema de tratamento de efluentes, e assim evitar prejuízos ao meio ambiente. No Quadro 1 há uma lista de parâmetros que são utilizados como referência na empresa de estudo.

Quadro 1 – Padrões de Referência para emissão de efluentes

Parâmetros	Padrões Exigidos	Legislação
pH	6 a 9	Lei de Santa Catarina N° 14.675/2009
Sólidos Suspensos Totais	50 mg.L ⁻¹	#
Sólidos Sedimentáveis	1 mg.L ⁻¹	CONAMA N° 430/2011
Nitrogênio Amoniacal	20 mg.L ⁻¹	CONAMA N° 430/2011
Nitrogênio Total	20 mg.L ⁻¹	Lei de Santa Catarina N° 14.675/2009
Fosforo Total	4 mg.L ⁻¹	Lei de Santa Catarina N° 14.675/2009
DBO _{5 20°}	60 mg.L ⁻¹	Lei de Santa Catarina N° 14.675/2009
DQO	180 mg.L ⁻¹	#
Óleos E Graxas	30 mg.L ⁻¹	Lei de Santa Catarina N° 14.675/2009

- A resolução CONAMA n° 430 e a Lei 14.675, não estabelecem concentração máxima de emissão para este parâmetro. Porém como a empresa possui filial em outros estados, seus padrões de referência possuem abrangência nacional seguindo assim a mais restritiva.

Fonte: Adaptado das normas da empresa, Brasil (2011) e Santa Catarina (2009).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma agroindústria, que se localiza no município de Videira, Meio Oeste de Santa Catarina, ao sul do Brasil. Esta dis-

põe atualmente de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), em operação com sistema de Lodos Ativados. Nesta ETE são tratados em média 380 m³.h⁻¹ de efluente proveniente de suas instalações, onde há abate e processamento de aves e processamento de carne suína para industrialização de alimentos.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DA EMPRESA

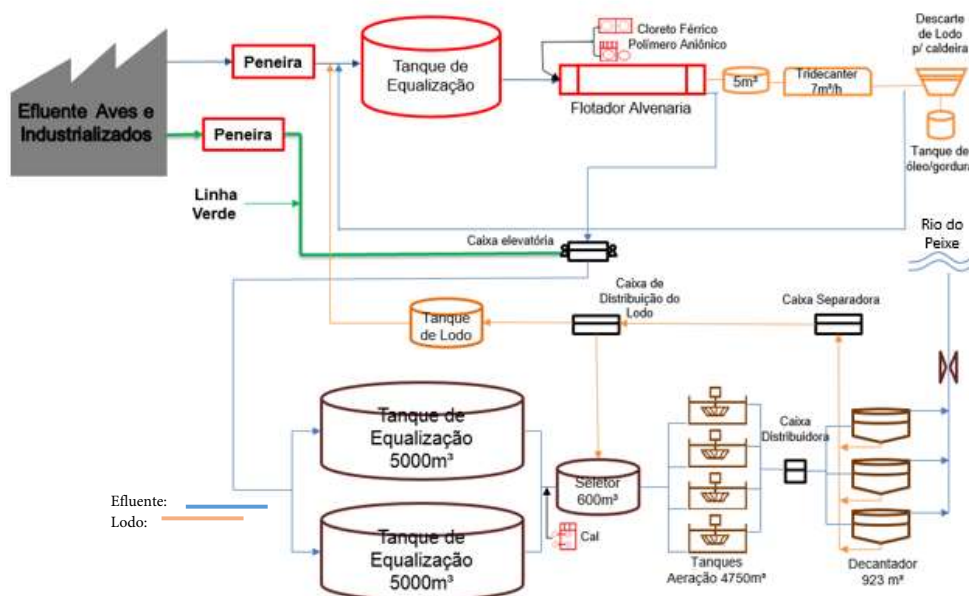
O sistema de tratamento da empresa representado pela figura 3, é composto das seguintes etapas de tratamento:

- ♦ Tratamento Preliminar (peneiramento): O efluente gerado na fábrica é separado em efluente de aves, efluente de industrializados e linha verde (efluente de banheiros). O efluente da linha verde é destinado diretamente para o tratamento secundário. E o efluente de aves e industrializados são direcionados para uma peneira rotativa, primeiramente. Os resíduos retidos nas peneiras são destinados para fabricação de farinha animal. Então seguem para o tratamento primário;
- ♦ Tratamento Primário: (indicado no fluxograma pela cor vermelha): o efluente é destinado para um tanque de equalização, para garantir que não haja grandes variações. Então o efluente é encaminhado por uma serpentina no qual há a adição de coagulantes, Cloreto férrico e o polímero Aniônico. Então segue para um flotador de alvenaria. O efluente líquido já tratado é então direcionado para o tratamento secundário e o lodo gerado por esta etapa é direcionado para o processo de centrifugação. O lodo então é transportado para um tanque de aquecimento, e seguindo este passará por uma centrífuga tridecanter, que irá desidratar

o lodo e retirar a gordura existente nele. O material sólido é encaminhado para queima na caldeira. O retorno líquido retorna para o tratamento primário e a gordura retirada é comercializada.

- ♦ Tratamento Secundário: (indicado no fluxograma pela cor marrom): O efluente da linha verde, juntamente com o efluente clarificado do flotador é direcionado a dois tanques de equalização presentes no tratamento secundário. O efluente então recebe a adição de CAL para correção do pH, é encaminhado a um tanque anóxico/seletor, que tem como objetivo desnitrificar o efluente e destiná-lo a quatro tanques de aeração. Os tanques de aeração compostos de sopradores têm como objetivo injetar microbolhas de ar para o processo de decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias. Dos tanques de aeração o efluente passa por uma caixa que irá direcioná-lo a três decantadores. Os decantadores têm a função separar o efluente clarificado do lodo formado. O lodo gerado é composto por microrganismos e retorna através de bombeamento para o tanque seletor, misturando ao efluente, seguindo para o sistema novamente. Parte deste lodo é descartado para que haja renovação desta massa de lodo, garantindo a eficiente no tratamento. O efluente clarificado passa por um medidor de vazão e segue para o corpo receptor.

Figura 3 – Fluxograma do tratamento de efluentes da empresa de estudo



Fonte: A empresa (2014).

3.3 METODOLOGIA EMPREGADA

O estudo foi realizado pelo período de agosto a outubro de 2015, sendo que durante este tempo foi realizado um levantamento de dados sobre os parâmetros físico-químicos (DBO, DQO, pH, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Sedimentáveis e Sólidos Suspensos Totais) analisado pela empresa periodicamente, de dois pontos do tratamento, Saída do Flotador (entrada para o sistema biológico) e Saída Final. Para as observações microbiológicas, que foram realizadas no mesmo período, foram coletadas amostras do lodo de recirculação, quantidade de 100mL, utilizando-se um frasco de plástico. Estas foram realizadas na ETE da empresa de estudo. Para a visualização ótica microbiológica foram empregadas lâminas e lamínulas de vidro, usando preparações simples. Nestas foram observados a estrutura dos flocos, e em seguida, foi feita a identificação da predomi-

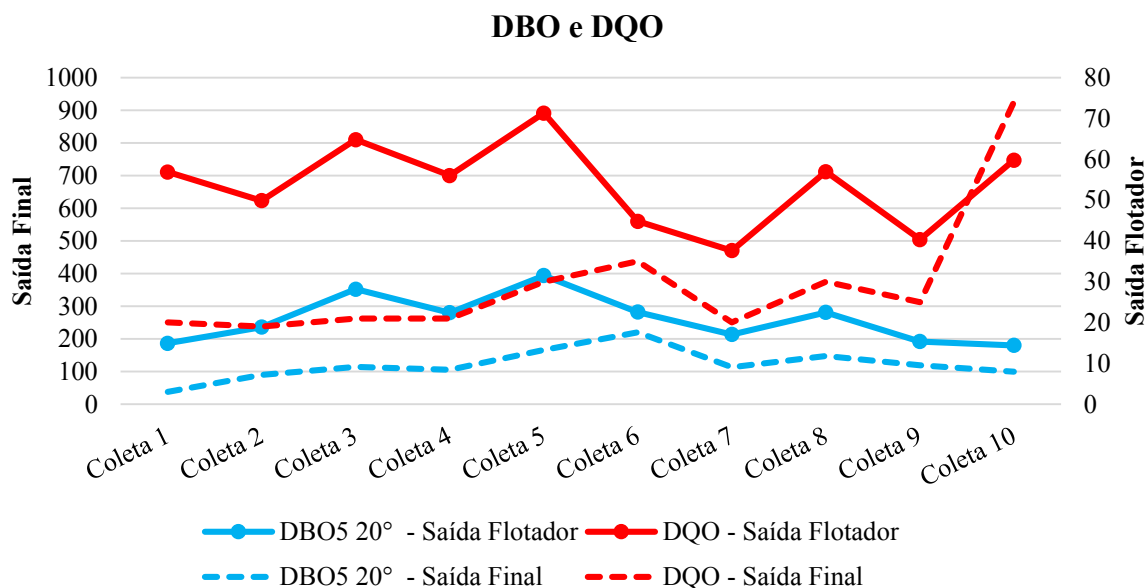
nância de microrganismos presentes na lâmina, classificando sua presença como: (*) não encontrados, (-) poucos, (+/-) médios, (+) muitos e (++) abundantes. E para relacionar os dados físico-químicos, com as observações microbiológica, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DADOS FÍSICO-QUÍMICAS E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE LODOS ATIVADOS

As análises de DBO e DQO tiveram variações constantes na Saída do Flotador e Saída Final, isso devido ao efluente que chega no sistema ter essa característica também. Estas variações podem ser observadas nos Gráfico 1.

Gráfico 1 - Resultado físico-químico das variações de DBO e DQO de entrada e saída do sistema, expressos em mg.L⁻¹



Fonte: Autora (2015).

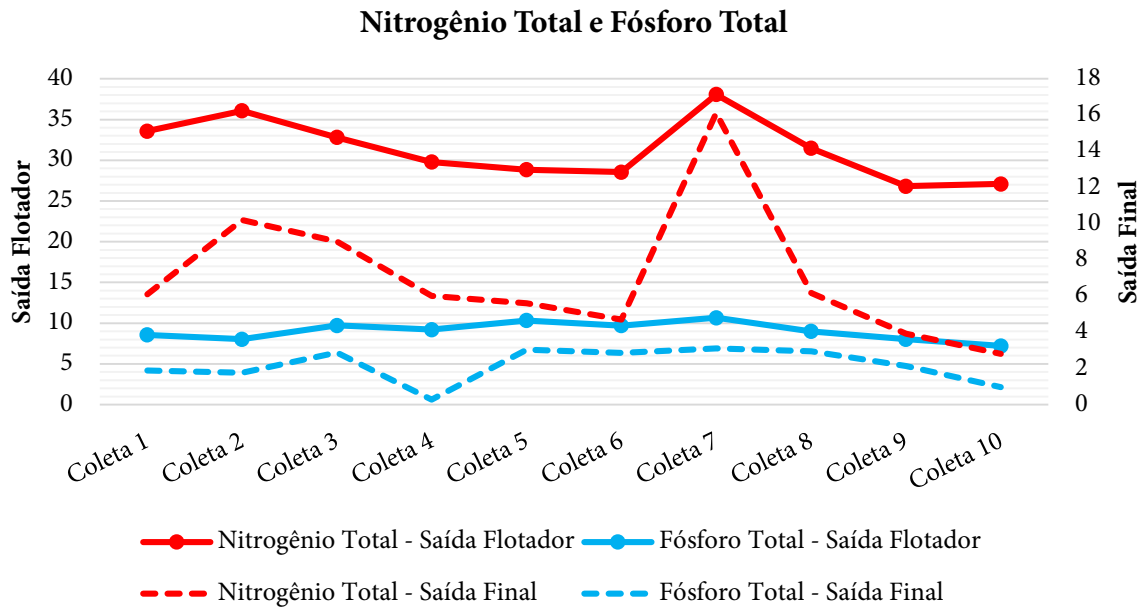
As análises de DBO dos pontos coletados variaram durante o período, na Saída do Flotador entre 180,24 mg.L⁻¹ a 393,82 mg.L⁻¹ e na Saída Final entre 3,0 mg.L⁻¹ a 17,64 mg.L⁻¹. Assim a eficiência geral de remoção de DBO pelo sistema de Lodos Ativados ficou entorno de 96,23%.

Já a DQO do sistema teve as seguintes variações: na Saída do Flotador entre 470 mg.L⁻¹ a 891 mg.L⁻¹ e na Saída Final entre 19 mg.L⁻¹ a 74 mg.L⁻¹.

Sendo que a eficiência geral de remoção de DQO pelo sistema de Lodos Ativados ficou em entorno de 95,56%.

Nas análises de concentração de Nitrogênio Total e Fósforo Total do sistema, foram obtidas as seguintes variações mostradas nos Gráfico 2.

Gráfico 2 - Resultado físico-químico das variações de Nitrogênio Total e Fósforo Total de entrada e saída do sistema, expressos em mg.L⁻¹



Fonte Autora (2015).

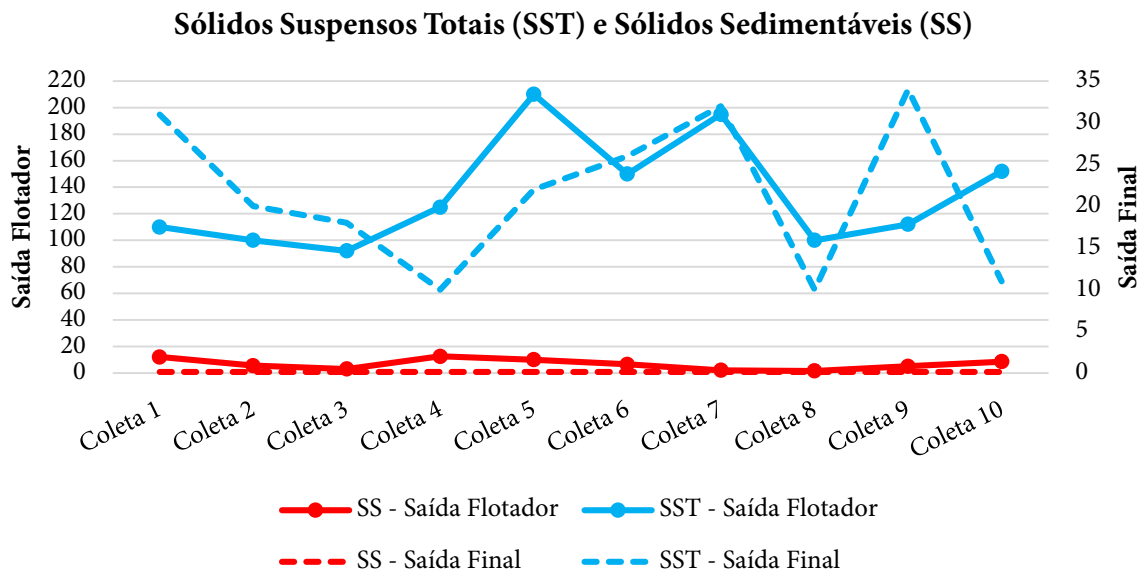
Os resultados do Nitrogênio Total na Saída do Flotador variaram entre 26,81 mg.L⁻¹ a 38,07 mg.L⁻¹ e na Saída Final entre 2,8 mg.L⁻¹ a 16,10 mg.L⁻¹. A eficiência de remoção deste pelo sistema ficou na média de 78,32%.

Já o Fósforo Total teve a seguinte variação: na saída do Flotador entre 7,21 mg.L⁻¹ a 10,67 mg.L⁻¹

e na Saída Final entre 0,28 mg.L⁻¹ a 3,04 mg.L⁻¹. E a eficiência geral de remoção de Fósforo pelo sistema de Lodos Ativados ficou entorno de 76,30%.

Os Sólidos Suspensos Totais (SST) e os Sólidos Sedimentáveis (SS) tiveram a seguinte variação que pode ser observada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Resultado físico-químico das variações de Sólidos Sedimentáveis de entrada e saída do sistema, expressos em mg.L⁻¹



Fonte: Autora (2015).

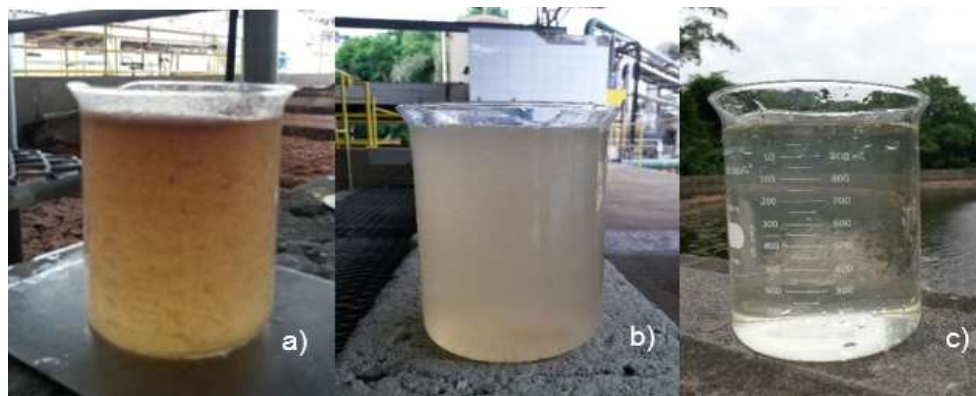
Os SS das amostras da Saída do Flotador tiveram alta variação entre $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$ a $12,5 \text{ mg.L}^{-1}$, já na Saída Final foi constante $<0,10 \text{ mg.L}^{-1}$, como pode ser observado. Já os SST, tiveram a seguinte variação: na Saída do Flotador variou entre 92 mg.L^{-1} a 210 mg.L^{-1} e na Saída Final variou entre 10 mg.L^{-1} a 34 mg.L^{-1} . Sendo que a eficiência de remoção pelo sistema ficou entorno de 83,24%.

Nas análises de pH houve variação entre as análises, na Saída do Flotador variou entre 5,07 a 6,49 e na Saída Final entre 6,80 a 7,40. Ressaltando que o efluente da Saída do Flotador recebe dosagem de cal para elevar o pH antes de seguir para o processo biológico. Isto ocorre, pois, o sistema de Lodos Ativados trabalha com mais eficiência em um pH entorno de 7,00 devido ao mesmo ser estritamente biológico. E também se-

gundo Almeida (2008), quando o pH do sistema é baixo, favorece a produção de um lodo composto por organismos filamentosos. Ou seja, pode provocar um arraste de lodo no decantador final.

O sistema de Lodos Ativados além de ser altamente confiável, apesar da sua sofisticada operação, possui elevada eficiência de remoção de DBO, ficando entorno de 93 - 98%, de DQO entre 90 - 95%, e Sólidos em Suspensão de 85 - 95%, e em algumas estações que possuem zonas anóxicas, também há eficiência na remoção de nutrientes como Nitrogênio e Fósforo (VON SPERLING, 2002). Ou seja, é característica do sistema de Lodos Ativados possuir uma elevada eficiência, assim como podemos constatar através dos dados obtidos das análises físico-químicas anteriores e conforme a Figura 4.

Figura 4 – Amostras coletadas de diferentes pontos do tratamento da empresa



a) Amostra do efluente na entrada do Flotador. b) Amostra do efluente da saída do Flotador/ Entrada ETE c) Amostra do efluente já clarificado da Saída Final que seguirá para o corpo receptor.

Fonte: Autora (2015).

Como mencionado anteriormente os padrões estabelecidos na legislação são um método de atestar o bom funcionamento do sistema de tratamento de efluentes, e meio de garantir a preservação do corpo receptor. Os parâmetros físico-químicos, que são realizados periodicamente no controle da estação, revelam as condições operacionais do sistema. Assim a partir dos dados obtidos e descritos anteriormente, observamos que a empresa atende a todos os parâmetros descritos.

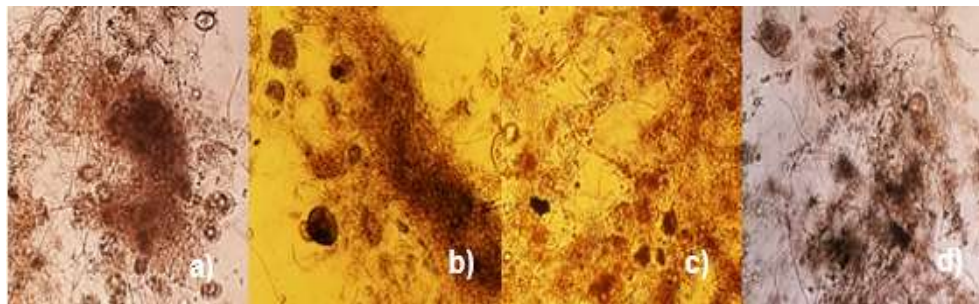
No entanto, estas análises não permitem agir com agilidade em possíveis problemas que possam ocorrer na estação, sendo que o parâmetro mais importante para avaliação só é obtido após 5 dias. Com isso para reforçar o controle operacional do sistema, a caracterização da microfauna é uma ótima forma de se avaliar o momento atual da observação, e permitir uma rápida ação (ALMEIDA, 2008).

4.2 OBSERVAÇÃO POR MICROSCOPIA ÓTICA DA MICROFAUNA

De modo geral o floco apresentou características semelhantes no decorrer das observações, sendo ele pouco definido e com a presença de filamentos, conforme pode ser observado na Figura 5.

Os microrganismos dominantes encontrados em 100% das observações foram os ciliados livres com presença variada dos gêneros *Euploetes*, *Aspidisca* e *Coleps*, também os ciliados fixos do gênero *Vorticella*, *Epistylis* e *Vagnicola*, sendo que nas últimas observações eram o grupo dominante. Os flagelados, gênero *Peranema*, também se mostraram presentes em todas as observações, mas não eram o gênero dominante. As tecamebas, gênero *Arcella*, apareceram em abundância nas primeiras e na última observação. Também nas primeiras observações foram encontrados alta presença de tardígrades, sendo que estes

Figura 5 - Características do floco durante o período de observação



Datas: a) 19/08/2015 b) 16/09/2015 c) 30/09/2015 d) 14/10/2015.

Fonte: Autora (2015).

desapareceram posteriormente. Nas últimas amostras observadas foram encontrados uma crescente presença de rotíferos. Esta variação de microrganismos pode ser verificada no Quadro 2.

Quadro 2 - Presença de Microrganismos no sistema

Microrganismos	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Coleta 5	Coleta 6	Coleta 7	Coleta 8	Coleta 9	Coleta 10
Floco	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular
Bactérias Formadoras de floco	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Bactérias Filamentosas	+	+	+	+	++	++	++	++	++	+
Amebas nuas	+	+/-	+	+/-	+/-	+	+	+	+	+/-
Amebas c/teca	++	++	++	+	-	-	-	-	+	++
Flagelados	-	-	-	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+/-
Ciliados Livres	+	+	++	+	++	++	++	++	++	+
Ciliados Fixos	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+	++	++	++	++
Tardígrades	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-	*	*	*	*
Rotíferos	-	-	-	-	-	-	+/-	+	+	+

Legenda: * não encontrado, poucos (-), médios (+/-), muitos (+), abundantes (++).

Fonte: Autora (2015).

4.3 RELAÇÃO DOS DADOS FÍSICO-QUÍMICOS OBTIDOS COM AS OBSERVAÇÕES DA MICROFAUNA DISPONÍVEL

Quando relacionamos a presença dos variados grupos de microrganismos com as variações obtidas nas análises físico-químicas, podemos relacionar que a presença desta grande variedade apresentada anteriormente, tem relação direta na remoção de sólidos, que também sempre foi alta. Já que segundo Bento *et al.* (2005), as concentrações de sólidos sedimentáveis no efluente apresentam relação direta com a densidade total da

microfauna. Ou seja, quanto maior a quantidade encontrada, melhor a remoção do mesmo.

A presença de organismos como tecamebas, rotíferos, ciliados fixos e ciliados livres, permite caracterizar o processo com uma elevada idade do lodo e boa qualidade na depuração, ou seja, a presença destes grupos resulta na eficiência do sistema de tratamento (SOARES *et al.*, 2014). Nas primeiras amostras foram observados os grupos citados anteriormente, assim podemos relacionar esta presença com os parâmetros físico-químicos, que o sistema apresentava boas condições depurativas.

De acordo com Hoffmann (2004), em situações de sobrecarga há ocorrência de uma maior concentração de Protozoários, mas em menor variabilidade, junto com a maior presença flagelados. Sendo que, alguns dos Protozoários como *Aspidisca* e *Epistylis* sobrevivem e até aumentam em número, outros como *Coleps*, tecamebas e *Vagnicola*, acabam morrendo.

Isto foi observado no sistema, pois no período a partir da quinta coleta, que ocorreu um pico na variação de carga de DBO e DQO que entrou no sistema, e posteriormente na sétima coleta que ocorreu o mesmo com o Nitrogênio. Estas mudanças também foram observadas na microfauna. E como relacionado anteriormente por Hoffmann (2004), houve o aumento dos flagelados, amebas nuas e ciliados fixos, com alta presença do gênero *Epistylis*. E a presença de tecamebas, alguns ciliados livres (*Coleps*), e ciliados fixos (*Vagnicola*), diminuíram significativamente.

Neste mesmo período observou-se a ausência de tardígrades e um aumento de rotíferos. Segundo Saar (2015), estes microrganismos são encontrados em sistemas operantes com alta idade do lodo, carga estável e de baixa toxicidade, e que tardígrades alimentam-se de rotíferos e protozoários. Então pode-se relacionar que os tardígrades não foram mais encontrados devido a essa sobre carga que ocorreu no sistema, e com a ausência destes os rotíferos conseguiram se manter, pois não havia mais predadores.

Ferreira, Cunha e Roque (2008), relatam que quando foram observados maior número de microrganismos do grupo dos ciliados, verificou-se nas amostras que os valores de DBO no efluente final foram mais baixos, indicando que esta é diretamente relacionada com a qualidade do efluente final. Na estação a remoção de DBO se mostrou eficiente durante todo período avaliado, podendo assim, ser relacionada com a presença destes grupos também, que tiveram presença constante.

As bactérias filamentosas tiveram um aumento considerável no sistema, durante esta mudança de carga no efluente, que também pode ser relacionada a variação do pH no sistema, como citado anteriormente. Já as bactérias formadoras de floco sempre estiveram presentes no sistema, isso se deve ao fato destes microrganismos serem os primeiros e mais numerosos, e representarem cerca de 95% da biomassa, e serem peça fundamental na composição do floco (SAAR, 2015).

Segundo Almeida (2008) o floco biológico presente no sistema de Lodos Ativados tem papel

fundamental no processo de remoção da matéria orgânica do efluente. Por isso, tanto as bactérias filamentosas, quanto as bactérias formadoras de floco, são necessárias para que o floco possa ter boa estrutura e desempenho no sistema. Claro que o desempenho geral do sistema depende do floco, e também de uma grande variedade de microrganismos, assim como pode observado anteriormente.

5 CONCLUSÃO

De acordo com o levantamento de dados realizado, os valores médios dos parâmetros físico-químicos, foram na saída do Flotador: DBO 259,75 mg.L⁻¹; DQO 672,8 mg.L⁻¹; pH 5,85; Nitrogênio Total 31,31 mg.L⁻¹; Fósforo Total 9,05 mg.L⁻¹; Sólidos Sedimentáveis 6,65 mg.L⁻¹ e Sólidos Suspensos Totais 134,6 mg.L⁻¹. E na saída Final: DBO 9,70 mg.L⁻¹; DQO 29,50 mg.L⁻¹; pH 7,22; Nitrogênio Total 7,06 mg.L⁻¹; Fósforo Total 2,18 mg.L⁻¹; os Sólidos Sedimentáveis <0,10 mg.L⁻¹ e Sólidos Suspensos Totais 21,4 mg.L⁻¹.

O sistema apresentou uma alta eficiência de remoção, sendo que a média foi de DBO 96,23%, DQO 95,56%, Nitrogênio Total 78,32%, Fósforo Total 76,30% e Sólidos Suspensos totais 83,24%. Em relação aos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente concluímos que a empresa atendeu a todos eles durante o período analisado.

Nas observações realizadas foram encontrados uma grande diversidade de microrganismos, como ciliados livres dos gêneros *Euplotes*, *Aspidisca* e *Coleps*, também ciliados fixos do gênero *Vorticella*, *Epistylis* e *Vagnicola*, flagelados do gênero *Peranema*, amebas nuas e tecamebas do gênero *Arcella*, além de micrometazoários como tardígrades e rotíferos. E ao relacionar os parâmetros obtidos com as observações realizadas, vemos que é possível avaliar o sistema de Lodos Ativados apenas com conhecimento sobre os microrganismos presentes. Pois, os mesmos são grandes indicadores das variantes do processo, e forneceram uma indicação correta sobre as variações do sistema de tratamento, assim como descrito na literatura. E sua realização aliada com as análises físico-químicas, irá otimizar o controle sobre o sistema tratamento.

Como a relação se apresentou um bom método de análise do sistema, é sugerido que este procedimento venha a ser adotado pela empresa, só se faz necessário um treinamento prático dos

operadores sobre o assunto. Posteriormente ao emprego desta prática, pode vir a redução com os custos das constantes análises físico-químicas. Esta também auxiliará na operação, com o objetivo de obter resultados mais imediatos sobre as variações do sistema, para que possíveis impactos não causem colapso no mesmo. Ou seja, o emprego desta prática é um excelente acompanhamento diário do sistema de Lodos Ativados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Rogério Menezes de. *Microfauna de Protozoários como Indicador de Eficiência da Estação de Tratamento de Esgoto do Tipo Lodo Ativado, em Feira de Santana- BA*. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp071462.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2015.

Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 maio. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 02 set. 2015.

BENTO, Alessandra Pellizzaro *et al.* Caracterização da Microfauna em estações de Tratamento de esgotos do tipo lodos Ativados: Um Instrumento de Avaliação e Controle do Processo. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Florianópolis, ABES, v. 10, n. 4, p. 329-338, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v10n4/a09v10n4.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2015.

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

CETESB. Manual Técnico da microbiologia para sistemas de lodos ativados operando com esgotos domésticos. São Paulo, SP, 1985. 43 p. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/manual-tecnico-da-microbiologia-para-lodos-ativados-cetesb.html>>. Acesso em: 09 ago. 2015.

FERREIRA, Aldo P.; CUNHA, Cynara L. N.; ROQUE, Odir C.C. Avaliação da microfauna no efluente final para monitoramento da qualidade ambiental em estações de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados. *Revista Gaia Scientia*, Brasil, v. 2, n. 1, p. 51-59, 2008. Disponível em: <www.okara.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/download/2320/2043+&cd=4&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 08 ago. 2015.

GENÉTICA GROUP Tecnologias Ambientais. Operações Aeróbias LODOS ATIVADOS. Chapecó, Santa Catarina, 35. p. 2014.

HOFFMANN, Heike. Caracterização do Funcionamento de ETE de Tipo Lodo Ativado Via Imagem Microscópica - Estudo na Região da Grande Florianópolis. In: 11º SILUBESA, 2004, Natal. *Simpósio*. Florianópolis: Abes, 2004. v. 1, p. 1-8.

RIBEIRO, Camila Pereira Brun; CORRÊA, Mariléia de Fátima. *Avaliação do Sistema de Lodo Ativado de uma Lavanderia Industrial através da Caracterização Físico-Química e Microbiológica*. 2013. 74p. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Tecnologia em Processos Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1021/1/CT_COPAM_2012_2_10.pdf>. Acesso em: 02 set. 2015.

ROSA, Sérgio Augusto Silveira; BAZZANELLA, Prof. André. *Microbiologia dos Lodos Ativados*. 2009. 16 p. *Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – UNIASSELV, Itapiranga, 2009*. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/bib__438528798_Microbiologia dos Lodos Ativados.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/bib__438528798_Microbiologia%20dos%20Lodos%20Ativados.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2015.

SAAR, Jörg Henri. *Microbiologia dos Lodos Ativados: Teoria e aplicações práticas para quem trabalha com processos de tratamento biológico de efluentes industriais e urbanos*. Porto Alegre: Gênese, 2015, 196 p.

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: 08 set. 2015.

SOARES, Juliana. Ferreira. *et al.* Caracterização do Floco Biológico e da Microfauna em Sistema de Lodos Ativados. *Revista Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36, n. 1 jan-abr., p.001-010, 2014. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaenatura/article/viewFile/12873/pdf>>. Acesso em: 02 set. 2015.

VON SPERLING, Marcos. *Lodos Ativados: Princípios Do Tratamento Biológico De Águas Residuárias*. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2002. 428 p.

Monitoring and evaluation parameters physical and chemical and microbiological of a wastewater treatment plant with system activated sludge in agroindustry in west middle of Santa Catarina state

ABSTRACT

The effluent from industrial processes, if left untreated, can cause severe damage to nature and jeopardize the health of the population. Thus, the present study the treatment plant effluent of Agribusiness in the Midwest of Santa Catarina. Aimed to: carry out the survey of data on the physical and chemical parameters (BOD, COD, pH, Total Nitrogen, Total Phosphorus, Solid Sedimentable and Total Suspended Solids) in colons of the process before and after biological treatment; evaluate the effectiveness of treatment and the biological floc characteristics (diversity and occurrence) relating to the physico-chemical data. The evaluation of the sludge and microscopic analysis station efficiency was conduct from August to October 2015, accounting ten analysis. As physicochemical data the average values, Flotador output were BOD 259.75 mg L⁻¹; COD 672.8 mg L⁻¹; pH 5.85; Total Nitrogen 31.31 mg L⁻¹; Total Phosphorus 9.05 mg L⁻¹; Solid Sedimentable 6.65 mg L⁻¹ and Total Suspended Solids 134.6 mg L⁻¹. And at the exit end of BOD were 9.70 mg L⁻¹; COD 29.50 mg L⁻¹; pH 7.22; Total nitrogen 7.06 mg L⁻¹; Total Phosphorus 2.18 mg L⁻¹; the Sedimentable Solid <0.10 mg L⁻¹ and Total Suspended Solids 21.4 mg l⁻¹. The overall average efficiency of parameters ranged from 76.30% to 96.23%. In their comments, there was great diversity of microorganisms, such as free ciliates (Euplotes, Aspidisca and Coleps), fixed ciliates (Vorticella, Epistylis and Vagnicola), flagella (Peranema), naked amoebae, testate amoebae (Arcella), and micrometazoários as tardigrades and rotifers. In addition, through the accomplished relationship, it was possible to evaluate the changes that have occurred in the process.

Keywords: Microfauna. Sludge microbiology. Sludge characterization. Activated Sludge.