

USO DE TANINO PARA REMOÇÃO DE NUTRIENTES DO ESGOTO SANITÁRIO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES NEREU RAMOS EM JARAGUÁ DO SUL - SC

Maria Roseli Pires Ribeiro¹
Deverson Simioni²
Luizildo Pitol-Filho³

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o desempenho da Estação de Tratamento de Efluentes – ETE Nereu Ramos, este trabalho apresenta resultados da aplicação da tecnologia de reator anaeróbio, com e sem aplicação de tanino, contemplando os seguintes parâmetros: demanda química de oxigênio (COD), turbidez, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, fósforo total, nitrogênio amoniacal total (NAT), nitrito, nitrato, nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e pH. Após a compilação dos resultados, foi realizado um comparativo com histórico de dados do SBR sem a dosagem de tanino. Verificou-se que não houve remoção de fósforo. A dosagem de 40 mg/L foi considerada ótima para todos os outros parâmetros, levando em consideração o custo benefício. Observou-se um aumento na velocidade de sedimentação e clarificação do efluente, que, associado ao aumento de eficiência na remoção de matéria orgânica, será possível aumentar a capacidade de tratamento em 50%.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de esgoto. Lodos ativados. Reator por batelada sequencial. Remoção de nutrientes. Tanino.

- 1 Especialista, e-mail: rosebio2005@hotmail.com
- 2 Graduado, e-mail: deverson.simioni@gmail.com
- 3 Doutor, e-mail: luizildo@catolicasc.org.br

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, a geração de esgoto doméstico e industrial tem aumentado consideravelmente. Na ausência de sistemas de tratamento, esses esgotos são lançados diretamente nos rios, contribuindo cada vez mais com a poluição do meio ambiente (FIGUEIREDO; DOMINGUES, 2000).

Segundo Orsatto (2008), o lançamento de esgotos ou despejos industriais orgânicos em um determinado rio aumenta a concentração de matéria orgânica e nutrientes no meio, que, por sua vez, desencadeia a proliferação de bactérias, aumentando a atividade total de respiração e, por conseguinte, uma demanda maior de oxigênio.

Os nutrientes mais importantes são o nitrogênio e o fósforo. O nitrogênio, em recursos hídricos, pode se apresentar de diversas formas, como: nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), nitrogênio molecular (N_2) e nitrogênio orgânico. É um elemento indispensável para o crescimento de algas, que, em grande quantidade, também podem levar a um processo de eutrofização de lagos e represas. No tratamento de esgotos, sua presença também é indispensável para os microrganismos. O nitrogênio amoniacal pode estar em formas de NH_3 (amônia) e do íon NH_4^+ (amônio) em equilíbrio. A amônia pode ser oxidada através das bactérias (nitrosomonas) a nitrito. Ao dar continuidade à oxidação, as nitrobactérias o transformam em nitrato (MACEDO, 2001).

O fósforo se apresenta na água de várias formas, tais como ortofosfatos (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$). O fósforo é o elemento indispensável no crescimento de algas e, em grandes quantidades, pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também o nutriente essencial para o crescimento de

bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (MACEDO, 2001).

A remoção de nutrientes pode acontecer em sistemas naturais de tratamento, como lagoas de estabilização, ou através de processos físico-químicos, com emprego de coagulantes (VON SPERLING et al., 2009).

O tanino vegetal é um coagulante natural, extraído da casca de vegetais, como da *Acacia mearnsii* de Wildemann, ou Acácia negra, planta de origem australiana, utilizado no apoio sustentável ao tratamento de águas e efluentes no Brasil, em substituição aos coagulantes químicos. A acácia negra é cultivada no Brasil somente no Estado do Rio Grande do Sul (MANGRICH et al., 2013). O tanino utilizado nesta pesquisa é o Tanfloc SG, produzido pela empresa Tanac S/A.

Este artigo tem como objetivo avaliar se há melhoria nos resultados na remoção de matéria orgânica e nutrientes, no tratamento de efluente sanitário na Estação de Tratamento de Efluentes – ETE Nereu Ramos, utilizando-se a tecnologia de reator anaeróbio (RALF), seguido de lodos ativados tipo batelada sequencial (SBR), com a aplicação de tanino como coagulante natural. Aplicaram-se doses de 40; 80; e 160 mg/L de tanino Tanfloc SG na entrada do reator SBR1, realizadas as coletas e análises na saída do RALF (afluente) e na saída do SBR1 (efluente). Este estudo é de grande importância, pois melhorar a qualidade final do esgoto sanitário tratado diminui os possíveis impactos ambientais, como processos de eutrofização nos corpos d'água receptores. A remoção de fósforo e compostos nitrogenados dos efluentes proporciona uma melhora da qualidade do corpo receptor, tornando-o próprio para múltiplos usos, além de melhorar a qualidade de vida da população.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 A Estação de Tratamento de Efluentes – ETE Nereu Ramos

O trabalho experimental foi realizado na Estação de Tratamento de Efluentes – ETE Nereu Ramos, localizado na Rua Edmundo Koch, 23, bairro Nereu Ramos, na cidade de Jaraguá do Sul – SC, cujas coordenadas geográficas são 26°27'16.92”S, 49°9'29.58”W. O dimensionamento hidráulico é para 15.000

(quinze mil) habitantes, porém com capacidade atual de tratamento para 8.000 (oito mil) habitantes, devido à configuração dos ciclos de tratamento, para atingir às exigências da legislação ambiental estadual e federal.

O sistema experimental (Figura 1) utiliza como tratamento a técnica de Lodos Ativados, composto por um reator anaeróbio tipo RALF (Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado), seguido de dois reatores tipo SBR (*Sequencing Batch Reactor*).

Figura 1: Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário Nereu Ramos, em Jaraguá do Sul- SC



Fonte: SAMAE - Jaraguá do Sul (2014)

As bactérias são exclusivamente responsáveis para todos os processos da remoção de carga orgânica, que crescem em resultado da sua atividade e formam a biomassa. Sistemas de lodos ativados são caracterizados pelo crescimento da biomassa em suspensão, processo em que as bactérias formam flocos, também chamados flocos do lodo ativado. (ROTÁRIA DO BRASIL, 2009).

Durante o processo de tratamento, os flocos de lodos ativados devem ser misturados

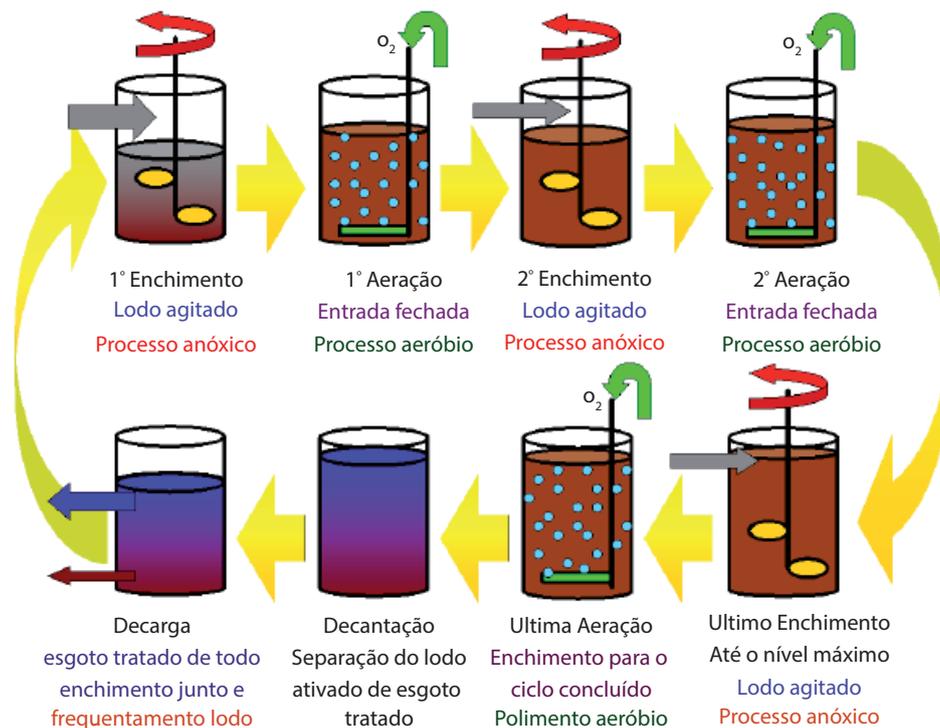
efetivamente ao esgoto, sendo separados no final do processo biológico por sedimentação. Esse lodo sedimentado é enriquecido com bactérias, sendo que parte dele retorna ao início do tratamento, no reator anaeróbio. Por isso, o processo é chamado de lodos ativados. Para realizar essas funções, os sistemas de lodos ativados compõem-se, geralmente, de um reator biológico e de um decantador secundário (ROTÁRIA DO BRASIL, 2009).

2.2 Ciclos de tratamento

Cada ciclo dos SBR apresentam quatro fases (Figura 2): enchimento, aeração, decantação e descarga. Controladas por um sistema de

automação, podem ser realizados de 2 até 6 ciclos por dia, o que resulta na grande flexibilidade dos reatores SBR. O projeto foi desenvolvido para quatro ciclos de 6 horas por dia: 4 horas (66%) como reator biológico, fases 1 e 2; e 2 horas (33%) como decantador, fases 3 e 4.

Figura 2: Esquema de um ciclo de enchimento escalonado (3 estágios)



Fonte: Rotária do Brasil (2009)

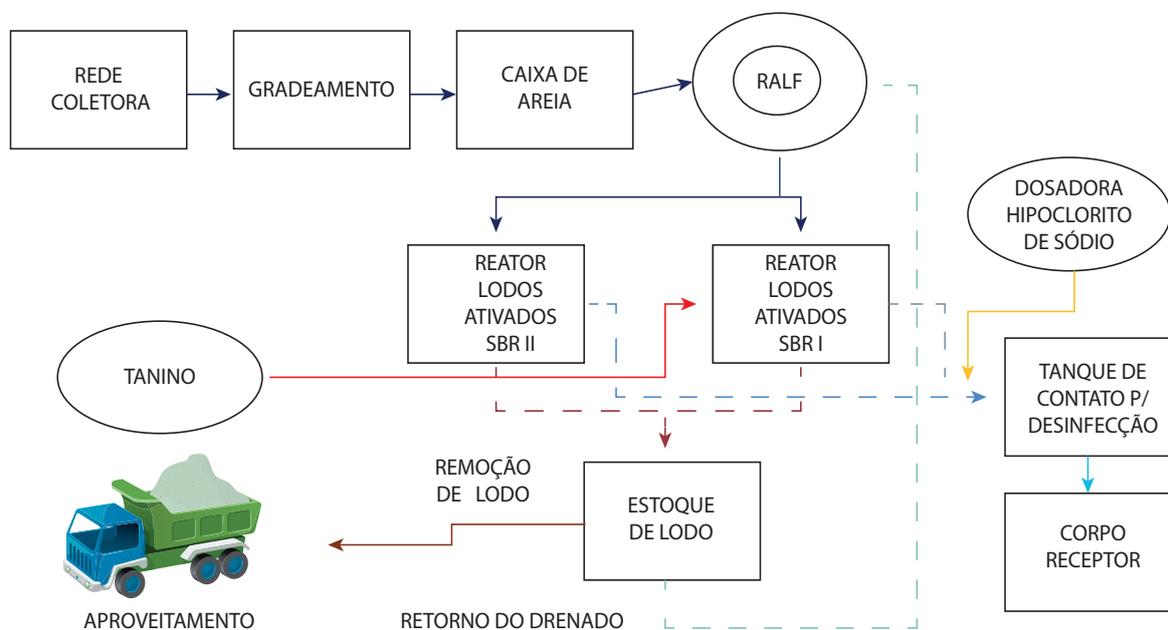
O esgoto entra descontinuamente, principalmente na primeira fase (enchimento). Para o tratamento de esgotos sanitários da bacia de contribuição, utilizam-se dois reatores, os quais trabalham em períodos alternados. A forma descontínua de enchimento possibilita essa operação. Para isso, as fases 1 (enchimento) e

2 (aeração) se repetem duas vezes durante o mesmo ciclo, cada vez carregados com partes do volume total do enchimento de um ciclo. A repetição de fases é finalizada com o ponto máximo de enchimento. Após a última fase da aeração, o processo é interrompido e se inicia a fase de sedimentação. A parte decantada é retirada (descarga) e o ciclo é reiniciado.

2.3 Dosagem

Conforme Ramalho (2013), a dosagem de tanino foi realizada apenas no SBR1 (Figura 3), em valores recomendados de 40 mg/L, 80 mg/L e 160 mg/L.

Figura 3: Fluxograma da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário - Nereu Ramos, em Jaraguá do Sul – SC



Fonte: Rotária do Brasil (2009)

Nos dias 07, 08, 09, 10 e 11 de julho de 2014, foram dosados 40 mg/L de tanino – Tanfloc SG; nos dias 14, 15, 16, 17 e 18 de julho de 2014, foram dosados 80 mg/L de tanino – Tanfloc SG e, nos dias 21, 22, 23, 24 e 28 de julho de 2014, foram dosados 160 mg/L de tanino – Tanfloc SG.

2.4 Coletas e análises

As coletas e análises foram realizadas na saída do RALF (afluente) e na saída do SBR1 (efluente), contemplando os seguintes parâmetros (Tabela 1): demanda química de oxigênio

(COD), turbidez, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, fósforo total, nitrogênio amoniacal total (NAT), nitrito, nitrato, nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e pH.

A coleta foi realizada conforme a norma ABNT 9898/87 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento (ABNT, 1987). As análises foram realizadas conforme o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd Edition (APHA, 2011) e DR2800 HACH *Spectrophotometer Procedures Manual* (HACH, 2007) no Laboratório do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), de Jaraguá do Sul.

Quadro 1: Equipamentos e análises realizadas

EQUIPAMENTOS	ANÁLISES
Espectrofotômetro DR 3800 – marca Hach	Nitrogênio amoniacal total
Espectrofotômetro DR 3800 – marca Hach	Nitrato
Espectrofotômetro DR 3800 – marca Hach	Nitrito
Espectrofotômetro DR 3800 e digestor DRB 200 – marca Hach	Fósforo, demanda química de oxigênio
Turbidímetro 2100 Q – marca Hach	Turbidez
Medidor de pH MP 512 – marca Sanxim	pH
Sonda Solitax SC – marca Hach	Sólidos suspensos totais
Destilador Nitrogênio total Kjeldahl – marca Fanen	Nitrogênio total Kjeldahl

Fonte: Dos autores (2014)

3 RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os resultados médios para cada parâmetro avaliado, com e sem a aplicação de tanino, e gráficos demonstrando o percentual de remoção em cada parâmetro.

3.1 Dados médios do afluente e efluente, com e sem tanino

A Tabela 1 apresenta os valores médios de entrada e saída do reator SBR1 (afluente e efluente), com e sem a aplicação de tanino.

Tabela 1: Valores médios de entrada e saída do SBR1, com e sem tanino

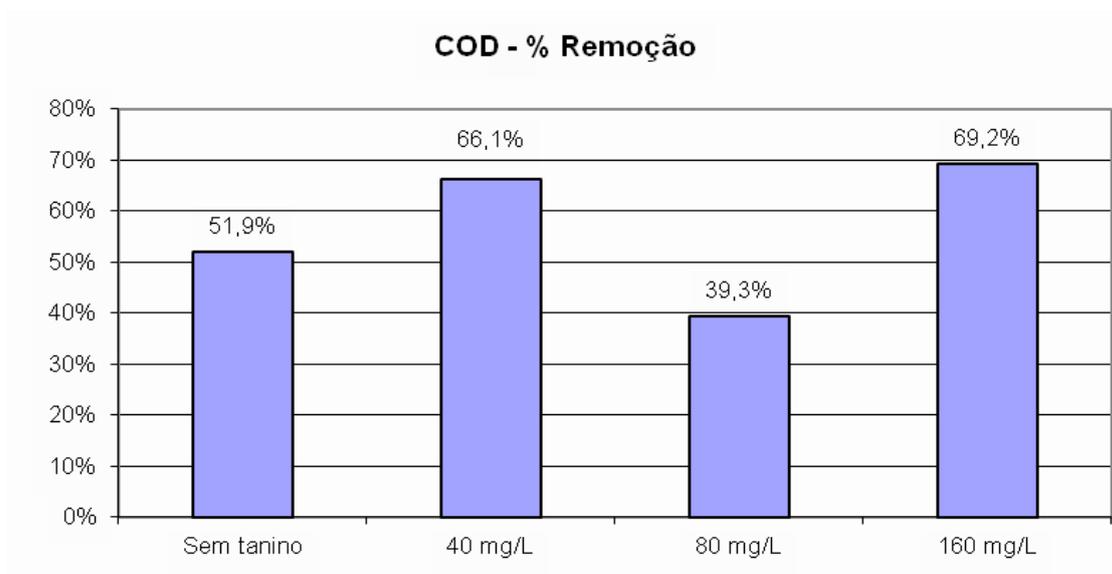
Parâmetros	Saída RALF	Saída SBR1			
		Sem Tanino	40 mg/L	80 mg/L	160 mg/L
DQO	136,75	65,83	44,20	85,20	43,80
P Total	7,29	5,18	6,18	6,88	6,04
Nitrato	1,15	21,35	23,86	19,44	10,44
Nitrito	0,00	5,99	3,62	3,14	0,92
NAT	67,31	27,35	15,98	26,10	29,10
NTK	69,00	29,67	18,40	29,60	31,20
N-Total	70,15	57,01	45,88	52,18	42,56
Turbidez	140,83	13,25	14,54	31,18	10,65

Fonte: Dos autores (2014)

3.2 Remoção da demanda química de oxigênio – COD

Foram monitorados no período de 07 a 28 de julho de 2014 o parâmetro de demanda química de oxigênio – COD no SBR 1, com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios estão representados na Figura 4, através do percentual de remoção nas diferentes dosagens.

Figura 4: Percentual de remoção da demanda química de oxigênio (COD) sem tanino e em cada dosagem realizada



Fonte: Dos autores (2014)

Conforme a Figura 4, observa-se que houve 51,9% de remoção de COD sem tanino; 66,1% de remoção com 40 mg/L; 39,3%, com 80 mg/L e 69,2%, com 160 mg/L de Tanfloc SG. Verifica-se uma diferença de 3,1% entre as dosagens de 40 e 160 mg/L, sendo escolhida a dosagem de 40 mg/L como ótima, pois não se justifica quadruplicar a dosagem para pouco ganho. Há um ganho de 14,2% de remoção de COD, com a dosagem ótima.

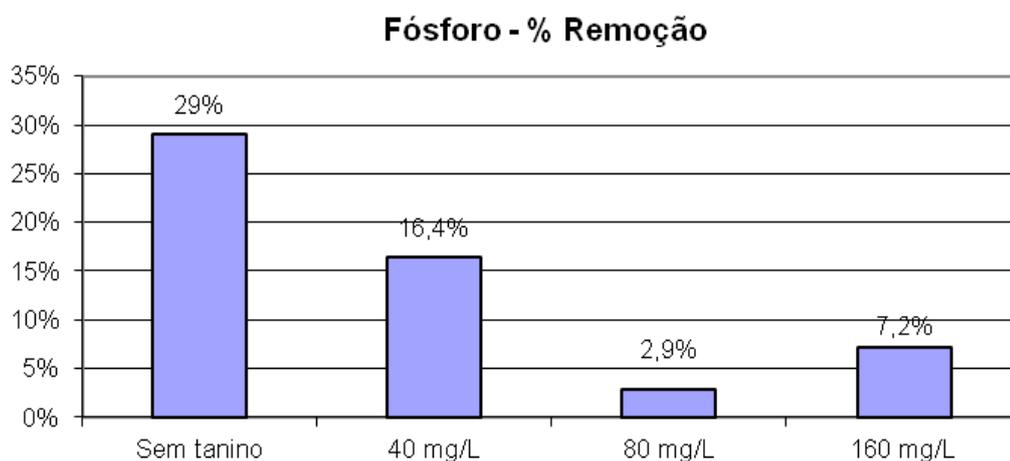
A Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, não define parâmetro para COD, porém exige que a Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD 5 dias a 20°C) tenha remoção mínima de 60%, sendo que esse limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico, que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor (MMA, 2014).

Opta-se pelo parâmetro COD por ser uma análise mais rápida e por haver uma relação entre os parâmetros COD/BOD. Von Sperling (1996), ao descrever as principais vantagens do teste de DQO, salienta que o tempo gasto de apenas 2 a 3 horas já apresenta o resultado, que dá uma indicação do oxigênio requerido para a estabilização da matéria orgânica. Segundo o mesmo autor, para esgotos domésticos brutos, a relação DQO/DBO varia em torno de 1,7 a 2,4.

3.3 Remoção de fósforo total

Foram monitorados, no período de 07 a 28 de julho de 2014, o parâmetro de fósforo total no SBR 1, com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios estão representados na Figura 5, através do percentual de remoção nas diferentes dosagens.

Figura 5: Percentual de remoção de fósforo sem tanino e em cada dosagem realizada



Fonte: Dos autores (2014)

Conforme observado na Figura 5, obteve-se 29% de remoção de fósforo sem tanino; 16,4% de remoção com 40 mg/L; 2,9%, com 80mg/L e 7,2%, com 160mg/L de Tanfloc-SG.

Segundo Von Sperling (1997), há fatores ambientais (oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nitrato na zona aeróbia) e de projeto da estação (idade do lodo, tempo de detenção e configuração da zona aeróbia, métodos de

tratamento de lodo excedente, características do esgoto afluente e sólidos em suspensão no efluente) que influenciam na remoção biológica do fósforo. O referido autor observa também que há indicações de que a taxa de liberação do fósforo seja menor para baixas temperaturas

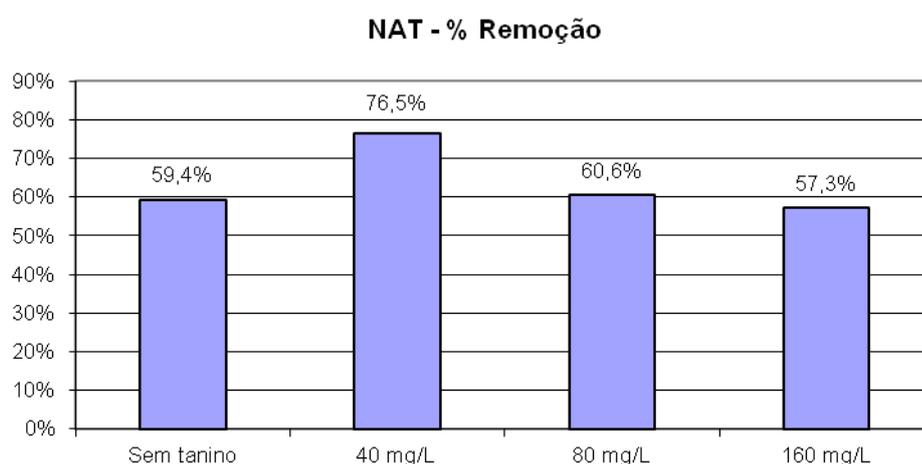
e que, para que uma remoção mais eficiente aconteça, o pH deve estar entre 7,5 e 8,0.

O pH durante o experimento se manteve entre 4,94 a 7,44 e, na maioria das vezes, entre 6,5 e 7,0, podendo ter sido esse o motivo mais significativo pela baixa remoção de fósforo.

3.4 Nitrogênio amoniacal total

Foi monitorado, no período de 07 a 28 de julho de 2014, o parâmetro de nitrogênio amoniacal total – NAT, no SBR 1 com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios estão representados na Figura 6, por meio do percentual de remoção, nas diferentes dosagens.

Figura 6: Percentual de Remoção de NAT – Nitrogênio Amoniacal total sem tanino e em cada dosagem realizada



Fonte: Dos autores (2014)

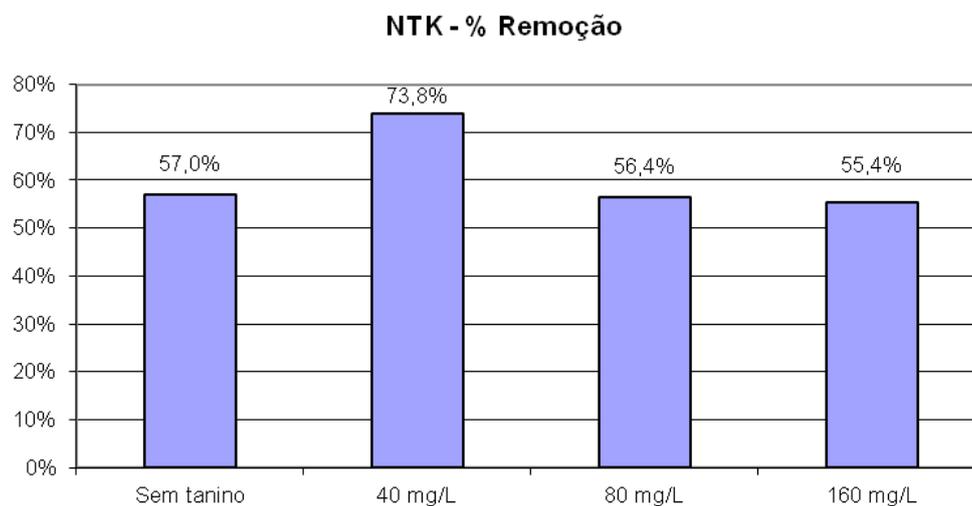
Conforme observado na Figura 6, obteve-se 59,4% de remoção de NAT sem tanino; 76,5% de remoção na dosagem de 40 mg/L; 60,6%, na dosagem de 80mg/L e 57,3%, na dosagem de 160mg/L. A dosagem de 40mg/L teve ótima eficiência.

A Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio 2011, define, para o parâmetro NAT, o valor máximo de 20 mg/L permitido para lançamento de efluentes. Todos os resultados obtidos na dosagem de 40 mg/L de tanino – Tanfloc SG ficaram abaixo do valor permitido.

3.5 Remoção de nitrogênio total Kjeldahl - NTK

Foram monitorados, no período de 07 a 28 de julho de 2014, o parâmetro de Nitrogênio Total Kjeldahl – NTK, no SBR 1 com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios estão representados na Figura 6, através do percentual de remoção, nas diferentes dosagens.

Figura 7: Percentual de Remoção de Nitrogênio Total Kjeldahl sem tanino e em cada dosagem realizada



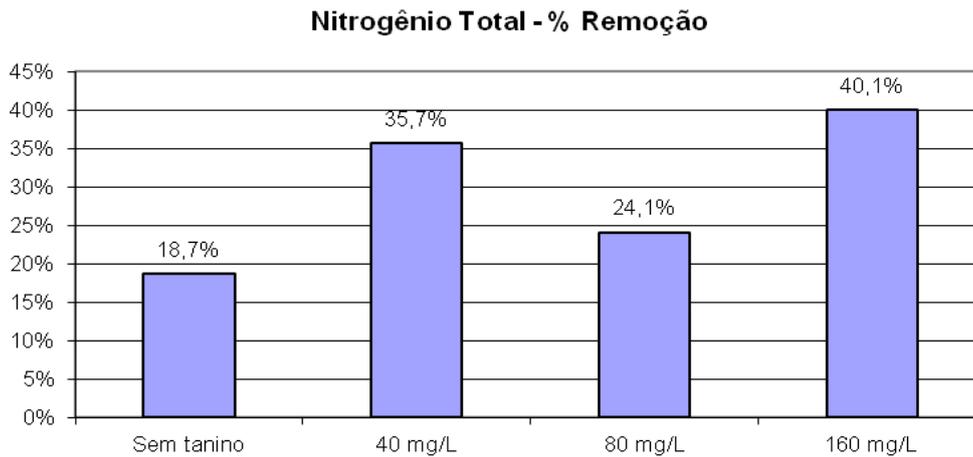
Fonte: Dos autores (2014)

Conforme observado na Figura 7, obteve-se 57% de remoção de nitrogênio total Kjeldahl – NTK sem tanino; 73,8% de remoção na dosagem de 40 mg/L; 56,4%, na dosagem de 80mg/L e 55,4%, na dosagem de 160mg/L. A dosagem ótima foi considerada a de 40mg/L, apresentando 16,8% de aumento na remoção de NTK.

3.6 Remoção de nitrogênio total - NT

Foram monitorados, no período de 07 a 28 de julho de 2014, o parâmetro de nitrogênio total – NT, no SBR 1 com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios estão representados na Figura 8, através do percentual de remoção, nas diferentes dosagens.

Figura 8: Percentual de remoção de Nitrogênio Total sem tanino e em cada dosagem realizada



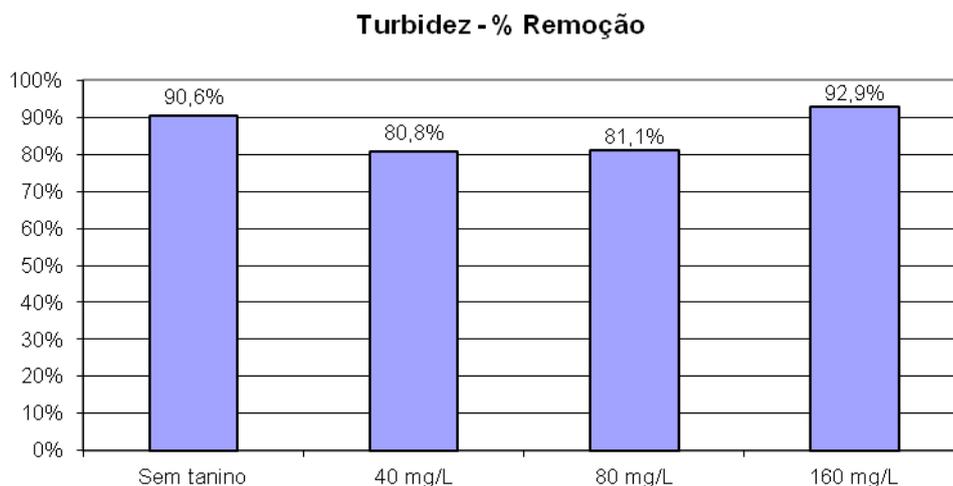
Fonte: Dos autores (2014)

Conforme observado na Figura 8, obteve-se 18,7% de remoção de nitrogênio total sem tanino; 35,7% de remoção na dosagem de 40 mg/L; 24,1%, na dosagem de 80mg/L e 40,1%, na dosagem de 160mg/L. A maior remoção foi com 160mg/L. Porém, se for considerado o custo benefício, a dosagem ótima é de 40mg/L de Tanfloc-SG.

3.7 Remoção de turbidez

Foram monitorados, no período de 07 a 28 de julho de 2014, o parâmetro de turbidez, no SBR 1 com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios estão representados na Figura 9, através do percentual de remoção, nas diferentes dosagens.

Figura 9: Percentual de remoção de Turbidez sem tanino e em cada dosagem realizada



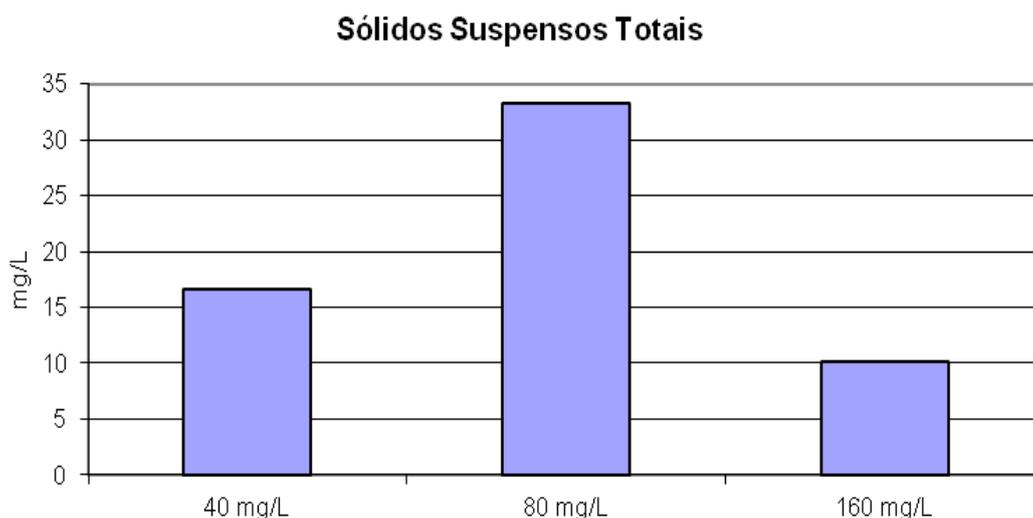
Fonte: Dos autores (2014)

Conforme observado na Figura 9, obteve-se 80,8% de remoção de Turbidez na dosagem de 40 mg/L; 81,1%, na dosagem de 80mg/L e 92,9%, na dosagem de 160mg/L. A dosagem de 160mg/L removeu o máximo possível de turbidez. No entanto, considerando-se a relação custo-benefício, é possível afirmar que a dosagem de 40mg/L teve ótima remoção.

3.8 Sólidos Suspensos Totais

Foram monitorados, no período de 07 a 28 de julho de 2014, o parâmetro de sólidos suspensos totais, no SBR 1 com aplicação de tanino – Tanfloc SG. Os resultados médios em mg/L estão representados na Figura 10, nas diferentes dosagens.

Figura 10: Médias dos resultados em mg/L de sólidos suspensos totais em cada dosagem realizada



Fonte: Dos autores (2014)

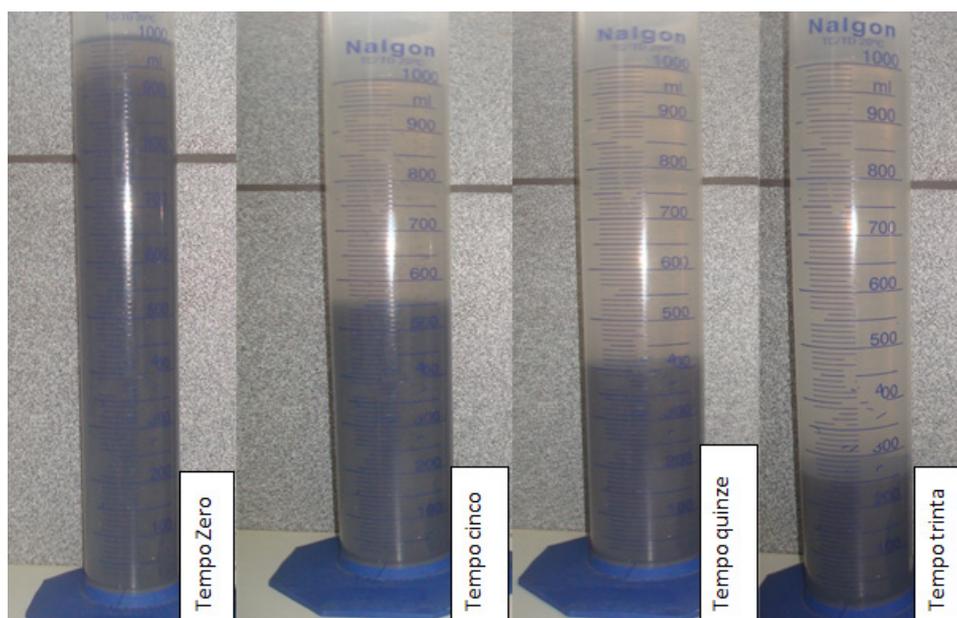
Conforme observado na Figura 10, obteve-se um valor médio de 16,6 mg/L de sólidos suspensos totais na dosagem de 40 mg/L; 33,2 mg/L, na dosagem de 80 mg/L e 10,1 mg/L, na dosagem de 160 mg/L de Tanfloc SG. A dosagem de 160mg/L teve ótima eficiência, sendo que, em resultados pontuais, obteve-se, nesse experimento, resultado de 2,5 mg/L.

Para esse parâmetro, não há valores sem tanino, para se fazer uma comparação.

3.9 Velocidade de sedimentação e clarificação de efluente

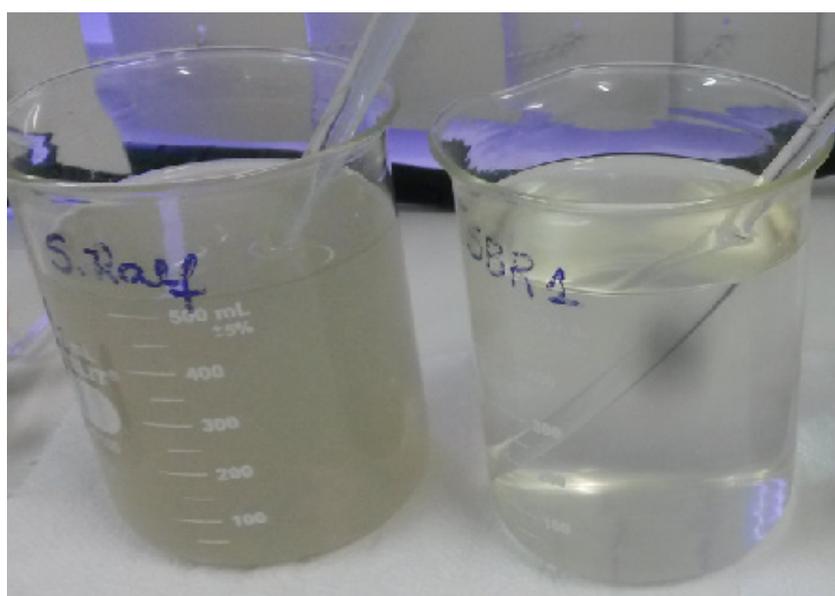
Com a dosagem ótima de 40 mg/L, houve um acréscimo na velocidade de sedimentação, reduzindo o tempo de decantação de 60 para 30 minutos, conforme Figura 11. A clarificação do efluente pode se visualizada na Figura 12.

Figura 11: Tempo de sedimentação em minutos



Fonte: Dos autores (2014)

Figura 12: Clarificação do efluente



Fonte: Dos autores (2014)

Com a redução do tempo de decantação para 30 minutos, bem como os benefícios com a aplicação do tanino em relação à remoção de

matéria orgânica, sugere-se uma alteração nos tempos das fases do ciclo atual, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Sincronização do Reator sugerida

Tempo (min) Ciclo Atual	SBR 1	Tempo (min) Ciclo sugerido
30	Desnitrificação	18,75
60	Nitrificação	37,5
90	Desnitrificação	56,25
120	Nitrificação	75
150	Desnitrificação	93,75
180	Nitrificação	112,15
210	Nitrificação	131,25
240	Nitrificação	150
270	Decantação	165
300	Decantação	180
330	Retirada	210
360	Retirada	240

Fonte: Dos autores (2014)

4 CONCLUSÃO

O estudo mostrou-se eficiente para a remoção de matéria orgânica quantificada em relação à COD, sendo que passou de 65,8 mg/L (51,9% de remoção) para 44,2 mg/L (66,1% de remoção) com a dosagem ótima de 40 mg/L de Tanfloc SG. A remoção de nitrogênio amoniacal total – NAT passou de 27,35 mg/L (remoção de 59,4%) para 15,98 mg/L (remoção 76,5%) com a dosagem ótima de 40mg/L de Tanfloc SG. A remoção de nitrogênio total Kjeldahl passou de 29,67 mg/L (remoção de 57%) para 18,4mg/L (remoção de 73,8%), com a dosagem ótima de 40mg/L de Tanfloc SG. A remoção de nitrogênio total passou de 57,01 mg/L (remoção de 18,7%) para 45,88 mg/L (remoção de 35,7%) com a dosagem ótima de 40mg/L de Tanfloc SG, e para 42,56 mg/L (remoção de 40,1%), com a dosagem de 160 mg/L de Tanfloc SG. Para a remoção de turbidez, a dosagem de 160 mg/L mostrou-se mais eficiente, passando de 13,25 NTU (remoção de 90,6%) para 14,54 NTU (remoção de 80,8%) com a dosagem

de 40mg/L e, para 10,65 NTU (remoção de 92,9%), com a dosagem de 160 mg/L.

Observou-se que, mesmo com o baixo impacto na turbidez remanescente com a dosagem de Tanfloc SG, obteve-se um aumento da velocidade de sedimentação e da clarificação do efluente.

Com a aplicação de Tanfloc SG, será possível aumentar em 50% a capacidade de tratamento, alterando dos atuais 4 ciclos de 06 horas, para 6 ciclos de 04 horas, em função do ganho da velocidade de sedimentação e do aumento da eficiência de remoção de COD e NT. Em princípio, a capacidade de tratamento da ETE Nereu Ramos poderia passar dos atuais 8.000 habitantes para 12.000 habitantes.

Recomenda-se avaliar a remoção de fósforo, ajustando o pH do meio entre 7,5 e 8,0, bem como seu efeito na remoção de substâncias tensoativas.



TANNIN USE FOR NUTRIENT REMOVAL OF SANITARY SEWER OF NEREU RAMOS WASTEWATER TREATMENT PLANT IN JARAGUÁ DO SUL-SC

ABSTRACT

In order to evaluate the performance of the municipal Wastewater Treatment Plant located in Nereu Ramos, Jaraguá do Sul, this paper presents results of the application of anaerobic reactor technology, with and without tannin application, including the following parameters: chemical oxygen demand (COD), turbidity, sedimentable material, total particulate material, total phosphorus, total ammoniacal nitrogen (TAN), nitrites, nitrates, total nitrogen Kjeldahl (TNK) and pH. The results were compared to a historical database of the SBR (sequencing batch reactor) without the tannin application. The phosphorus was not removed. The concentration of 40 mg/L was considered great for all the other parameters, considering the cost benefit analysis. An increase in the sedimentation and clarification velocities was observed. Such increase, associated to the efficiency improvement in the organic matter removal, will allow increasing the treatment capacity in 50%.

KEYWORDS: *Wastewater treatment. Activated sludge. Sequence Batch Reactor Nutrient removal. Tannin.*

REFERÊNCIAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22nd. Ed. Washington, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT 9898:** Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ESTAÇÕES de Tratamento de Esgoto Sanitário. 2014. Disponível em: <<http://www.samaejs.com.br/Esgoto/Esta%C3%A7%C3%B5es-de-Tratamento-de-Esgoto-Sanit%C3%A1rio-223>>. Acesso em: 12 maio 2014.

FIGUEIREDO, M.G.; DOMINGUES, V.B.R. **Microbiologia de Lodos Ativos.** São Paulo: CETESB, 2000.

HACH Company. **DR 2800 Spectrophotometer:** Procedures Manual. 2 ed. Germany: 2007.

MACÊDO, J.A.B. **Águas & Águas.** São Paulo: Livraria Varela, 2001.

MANGRICH, A. S. et al. **Química Ver de novo Tratamento de Águas:** Uso de Coagulante Derivado de Tanino de Acacia mearnsii. 2014. Disponível em: <<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/425/338>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

ORSATTO, F. **Avaliação do oxigênio dissolvido do córrego bezerra a montante e a jusante de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel, Paraná.** Revista Brasileira de Biociências. Porto Alegre, v. 6, 01 set. 2008.

RAMALHO, Maria José de A. Caldeira. **Otimização de um processo de coagulação-floculação na ETE de Icarai, Niterói.** 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade do Porto, Porto, 2013.

SOBRE OS AUTORES



**Maria Roseli Pires
Ribeiro**

Bacharel em Ciências Biológicas graduada pela Faculdade Jangada - Jaraguá do Sul – SC e Pós-graduada em Gerenciamento de Águas e Efluentes pelo Serviço Nacional de aprendizagem Industrial – SENAI - Blumenau – SC. É servidora pública municipal e atua há 15 anos na área de saneamento em Laboratórios de Águas e Efluentes no Serviço Autônomo Municipal de Jaraguá do Sul. É responsável pela implantação da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, atuando como Gerente da Qualidade. Atua no Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) de Jaraguá do Sul. Atualmente é coordenadora de Laboratórios de Águas e Efluentes no SAMAE de Jaraguá do Sul.



Deverson Simioni

Engenheiro Sanitarista e Ambiental graduado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Trabalhou como supervisor de comissionamento na República Dominicana pela Degrémont. Atua no Conselho Municipal da Cidade de Jaraguá do Sul (SC) e Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu. Atualmente é servidor público e ocupa o cargo de Diretor Técnico no SAMAE Jaraguá do Sul (SC).

RESOLUÇÃO CONAMA 430/11. **Ministério do Meio Ambiente**. 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res>>. Acesso em: 01 jul 2014.

ROTÁRIA DO BRASIL. **Estação de tratamento de esgotos Manual de Operação versão 2.4**, ETE Nereu Ramos. Florianópolis: Rotária do Brasil, 2009.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos**: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG, 1996.

_____. **Lodos ativados**: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

VON SPERLING, Marcos et al. Remoção de Nutrientes em Sistemas Naturais. In: MOTA, Francisco S. Bastos. VON SPERLING, Marcos. (Coord.). **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Fortaleza: ABES, 2009.



Luizildo Pitol-Filho

Graduado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1996), Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999), Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2001) e Doutor em Chemical and Process Engineering – Universitat Rovira i Virgili (2007). Como recém-doutor, foi pesquisador contratado pelo Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Maribor, Eslovênia, de abril de 2008 a abril de 2009. Atualmente é professor do Centro Universitário de Católica de Santa Catarina e do SENAI de Blumenau.
