



## **Avaliação da eficiência do tratamento primário de esgoto sanitário com o uso do coagulante natural quitosana**

**Palavras-Chave: Lodo; Coagulante Natural; Estação de tratamento de Esgoto Sustentável**

**Autores:**

**Cibele Naomi Iwamoto | Unicamp**

**Nathalia de Moura Scheer | Unicamp**

**João Evandro Manoel | Unicamp**

**Prof. Dr. Dagoberto Yukio Okada | Unicamp**

---

### **INTRODUÇÃO:**

O crescimento desenfreado das atividades antrópicas geram diversos impactos negativos para o meio ambiente, sendo um deles a geração de efluentes provenientes do setor industrial e doméstico. Com isso, temas como a qualidade da água e tratamento de efluentes vêm ganhando destaque, já que são fundamentais para garantir a saúde pública. Além disso, é de suma importância que os tratamentos se tornem cada vez mais sustentáveis e com reaproveitamento de recursos, com o conceito de estações de tratamento de esgoto (ETE) auto sustentáveis (JENICEK *et al.*, 2013).

No Brasil, usualmente são utilizados coagulantes químicos no tratamento primário de efluentes para aumentar a eficiência de remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. De acordo com Von Sperling (2014), nesta etapa, a eficiência de remoção de sólidos em suspensão é em torno de 60% a 70%. Apesar dos coagulantes químicos apresentarem remoção satisfatória de acordo com o estabelecido, eles geram uma maior quantidade de lodo com parcelas de inorgânicos, dificultando a disposição final do lodo. Um dos coagulantes químicos mais utilizados é o sulfato de alumínio, sendo importante ressaltar que altas concentrações de alumínio podem causar problemas ao meio ambiente e aos humanos, como o aceleração no processo degenerativo do Mal de Alzheimer (MARONEZE *et al.*, 2014).

Uma alternativa a se considerar, para substituir os coagulantes químicos, são os coagulantes naturais, como a moringa, mostarda, amido e quitosana. Os coagulantes naturais já são utilizados no tratamento de alguns efluentes, e possuem a vantagem de serem biodegradáveis, sem contar na facilidade de disposição final do lodo com parcelas menores de inorgânicos (RENAULT *et al.*, 2009).

A quitosana é um biopolímero que pode ser obtida através da carapaça de crustáceos, ou nas paredes celulares de alguns fungos (CHATTERJEE *et al.*, 2005). Uma das propriedades da quitosana é o Grau de Desacetilação (GD), que é o que determina a quantidade de grupos amínicos livres. Essa propriedade possibilita que a quitosana em soluções ácidas adquira carga positiva, e possa formar ligações com diferentes compostos específicos, como colóides carregados negativamente (CRAVEIRO, 2004).

Além disso, a utilização da quitosana se mostra uma ótima alternativa em regiões costeiras, já que pode ser obtida através da carapaça de camarão, o mesmo sendo considerado resíduo da etapa de beneficiamento do camarão. Isso está atrelado com o conceito de economia circular, já que estaria sendo atribuído valor agregado ao resíduo (GILDBERG; STENBERG, 2001). No presente trabalho, buscou-se pesquisar a eficácia da quitosana no tratamento primário de efluentes domésticos.

### **METODOLOGIA:**

A fonte do esgoto coletado é proveniente da cidade de Limeira - SP, na qual a coleta foi realizada após o tratamento preliminar, que consiste em: grades, caixa de areia com remoção de óleos e graxas, peneiras e correção de pH.

O coagulante natural utilizado para a análise de Jar-test foi uma solução de quitosana 0,1% m/v. Preparou-se a solução de quitosana 0,1% m/v, através da diluição de quitosana Sigma Aldrich ( $GD \geq 75\%$ ) em solução de ácido acético 0,5%, sob 1h30 de agitação e aquecimento a 100°C, completando-se a água evaporada. Ressalta-se a importância e cuidado na utilização de soluções de coagulantes naturais recém preparadas, para que as análises sejam representativas. A solução de quitosana foi preparada e utilizada dentro do prazo de 3 dias, conservada em frasco e refrigeração.

Após a preparação da solução, foi realizada a análise de Jar-test com 1L de esgoto em cada um dos 6 jarros. A configuração de agitação escolhida foi de 2 minutos de mistura rápida à 100 rpm, 20 minutos de mistura lenta à 30 rpm, e 30 minutos de sedimentação (repouso). As dosagens de quitosana adotadas para a coagulação foram de 1 mg/L, 3 mg/L e 5 mg/L, em duplicata.

Com isso, realizou-se as análises dos parâmetros cor, turbidez, pH, condutividade (Tabela 2) para avaliar a eficiência de clarificação do esgoto, com a utilização da solução de quitosana 0,1% m/v. As análises dos parâmetros foram realizadas com três amostras: esgoto sedimentado com quitosana, esgoto sedimentado sem utilização de coagulante, e esgoto bruto (homogeneizado). As análises dos parâmetros DQO e série de sólidos foram realizadas, apenas, com a amostra de esgoto com dosagem de 3 mg/L de quitosana.

**Tabela 2:** Parâmetros avaliados nos efluentes com os respectivos métodos.

Parâmetro	Método	Referência
pH (unidade)	Potenciométrico 4500 B	APHA (2012)
Cor (UC)	Colorimétrico 2120 B	APHA (2012)
DQO (mg/L)	Espectrofotômetro 5220 D	APHA (2012)
Turbidez (NTU)	Turbidímetro 2130 B	APHA (2012)
Série de Sólidos (mg/L)	Gravimétrico 2540 B C e E	APHA (2012)
Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )	Condutivimétrico 2510 B	APHA (2012)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Inicialmente notou-se que a solução de quitosana, quando utilizada em grandes dosagens, impactaram no aumento do pH, já que a solução é feita a partir de ácido acético. Este fenômeno não é vantajoso, visto que pode diminuir ou inibir a eficiência das próximas etapas de tratamento de esgoto. Desta forma, foi selecionada a dosagem de 3 mg/L de quitosana devido a eficiência de remoção de cor e turbidez e baixa alteração no valor do pH, comparado com a dosagem de 5 mg/L.

É possível observar, de modo geral, que os dados obtidos do esgoto sedimentado com quitosana apresentou uma remoção significativa de cor, turbidez, DQO, sólidos totais (ST) e sólidos suspensos voláteis (SST), mantendo a faixa de pH próxima do esgoto bruto (Tabela 3). Por outro lado, a condutividade aumentou, presumivelmente devido aos resquícios de quitosana, na qual os grupos amínicos livres, na presença de soluções ácidas diluídas, podem adquirir carga positiva.

**Tabela 3** - Resultados dos parâmetros obtidos em cada amostra.

Parâmetro	Amostra	Resultado
<b>Cor (UC)</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 1 mg/L	766 ± 34
	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	594 ± 14
	Esgoto sedimentado com Quitosana 5 mg/L	466 ± 2
	Esgoto sedimentado sem coagulante	1795 ± 15
	Esgoto bruto	1880 ± 15
<b>Turbidez (NTU)</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 1 mg/L	37,5 ± 0,7
	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	33,0 ± 1,4
	Esgoto sedimentado com Quitosana 5 mg/L	27,5 ± 0,7
	Esgoto sedimentado sem coagulante	65,0 ± 0,1
	Esgoto bruto	95,0 ± 0,1
<b>Condutividade (µS/cm)</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 1 mg/L	1411 ± 16
	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	1428 ± 4
	Esgoto sedimentado com Quitosana 5 mg/L	1428 ± 3
	Esgoto sedimentado sem coagulante	1361 ± 1
	Esgoto bruto	1361 ± 1
<b>pH</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 1 mg/L	7,32 ± 0,02
	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	7,29 ± 0,01
	Esgoto sedimentado com Quitosana 5 mg/L	7,27 ± 0,01
	Esgoto sedimentado sem coagulante	7,31 ± 0,01
	Esgoto bruto	7,21 ± 0,01
<b>DQO (mg/L)</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	262,14 ± 44
	Esgoto sedimentado sem coagulante	478 ± 160
	Esgoto bruto	797 ± 18
<b>Sólidos totais (g/L)</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	0,510 ± 0,071
	Esgoto sedimentado sem coagulante	0,550 ± 0,014
	Esgoto bruto	0,810 ± 0,071
<b>Sólidos suspensos totais (g/L)</b>	Esgoto sedimentado com Quitosana 3 mg/L	0,050 ± 0,014
	Esgoto sedimentado sem coagulante	0,080 ± 0,001
	Esgoto bruto	0,312 ± 0,018

Com os resultados obtidos, pode-se realizar as seguintes tabelas com os dados de porcentagem de remoção dos parâmetros: cor, turbidez, sólidos totais e sólidos suspensos totais. Desta forma, foi possível comparar a remoção entre o esgoto bruto e o esgoto com quitosana (3 mg/L), e o esgoto bruto e o esgoto sedimentado sem coagulante.

**Tabela 4** - Comparação de remoção de cor entre o esgoto com quitosana e o esgoto sedimentado.

Cor (UC)	
Amostra	% remoção
Esgoto com 1mg/L Quitosana	59,3 ± 0,9
Esgoto com 3mg/L Quitosana	68,4 ± 0,4
Esgoto com 5mg/L Quitosana	75,2 ± 0,2
Esgoto sedimentado	4,5 ± 0,3

**Tabela 5** - Comparação de remoção de turbidez entre o esgoto com quitosana e o esgoto sedimentado.

Turbidez (NTU)	
Amostra	% remoção
Esgoto com 1mg/L Quitosana	60,5 ± 0,7
Esgoto com 3mg/L Quitosana	65,3 ± 1,5
Esgoto com 5mg/L Quitosana	71,1 ± 0,8
Esgoto sedimentado	31,6 ± 0,2

**Tabela 6** - Comparação de remoção de sólidos totais entre o esgoto com quitosana e o esgoto sedimentado.

Sólidos totais (g/L)	
Amostra	% remoção
Esgoto com 3mg/L Quitosana	37,0 ± 8,8
Esgoto sedimentado	32,1 ± 1,7

**Tabela 7** - Comparação de remoção de sólidos suspensos totais entre o esgoto com quitosana e o esgoto sedimentado.

Sólidos suspensos totais (g/L)	
Amostra	% remoção
Esgoto com 3mg/L Quitosana	84,0 ± 4,5
Esgoto sedimentado	74,4 ± 0,5

**Tabela 8** - Comparação de remoção de DQO entre o esgoto com quitosana e o esgoto sedimentado.

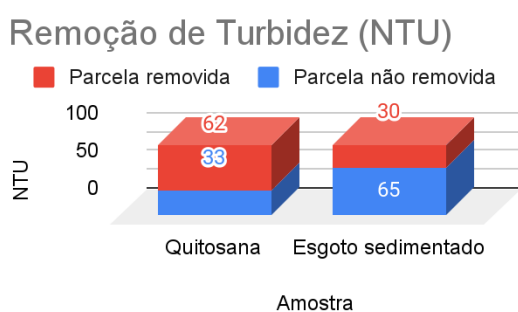
DQO	
Amostra	% remoção
Esgoto com 3mg/L Quitosana	67,2 ± 1,4
Esgoto sedimentado	40,2 ± 0,1

As faixas de remoção de cor, utilizando a quitosana, foi de 59,3-75,2%, e sem a utilização da quitosana foi de 4,5%. Já as faixas de remoção de turbidez, utilizando a quitosana, foi de 60,5-71,1%, e sem a utilização da quitosana foi de 31,6%. O ST e SST apresentaram uma pequena diferença de remoção, comparando-se a amostra com quitosana com o esgoto sedimentado, apresentando 0,04 g/L e 0,03 g/L respectivamente.

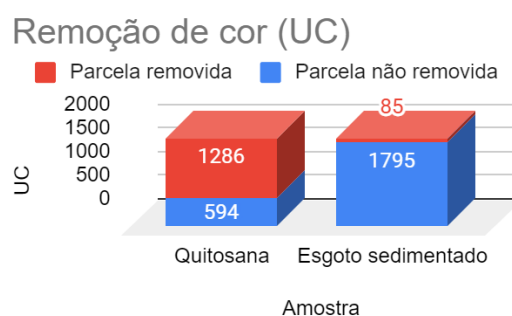
De acordo com Von Sperling (2014) a eficiência no tratamento primário de remoção de SST e de DQO é de, respectivamente, 60-70% e 25-35%. O valor de SST e DQO obtidos com a utilização da quitosana foram de, respectivamente, 84% e 67%, demonstrando uma eficiência satisfatória de remoção.

As parcelas removidas de cor, turbidez, ST e SST podem ser observadas nos seguintes gráficos, onde comparou-se o esgoto sedimentado com quitosana 3 mg/L com o esgoto sedimentado sem coagulante. Pode-se observar que o esgoto com quitosana demonstrou uma eficácia significativa de remoção dos parâmetros, comparando-se com o esgoto sedimentado.

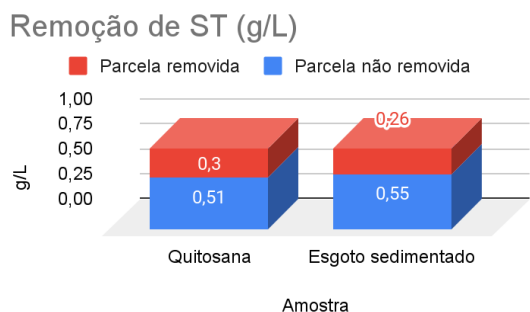
**Gráfico 1** - Parcela removida de Turbidez



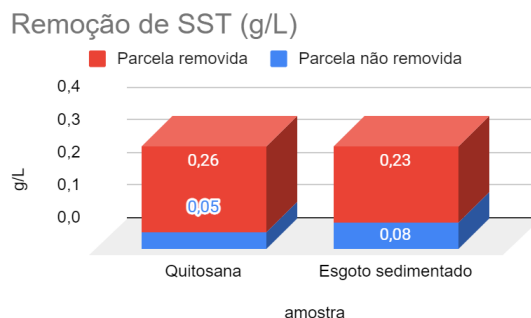
**Gráfico 2** - Parcela removida de cor



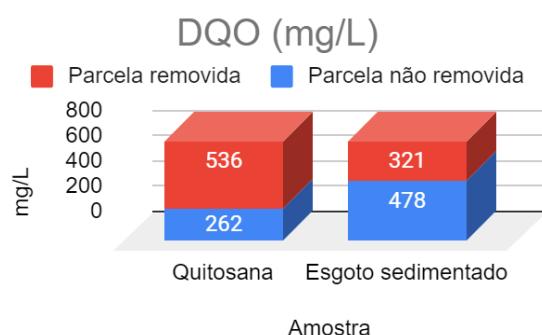
**Gráfico 3 - Parcela removida de ST**



**Gráfico 4 - Parcela removida de SST**



**Gráfico 5 - Parcela removida de DQO**



## CONCLUSÕES:

A solução de quitosana 0,1 % m/v com dosagem de 3 mg/L demonstrou a melhor alternativa entre as outras, já que apresentou resultados de remoção significativos e pouco acréscimo no pH. A quitosana apresentou uma eficiente remoção de turbidez, cor, DQO e remoção de sólidos, porém com aumento de condutividade. Desta forma, é necessário testar-se outras dosagens e configurações de agitação para otimizar a aplicação da quitosana como coagulante. Apesar disso, a quitosana apresentou resultados eficientes com baixas dosagens, destacando-se a remoção de sólidos e DQO.

## BIBLIOGRAFIA

APHA/AWWA/WEF. EATON, A.D.; et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21ª ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

CRAVEIRO, A. A. **Quitosana: a fibra do futuro**. In: CRAVEIRO, A. C.; QUEIROZ, D. C. 2 ed. Fortaleza: Parque de Desenvolvimento Tecnológico - Padetec, 2004.

CHATTERJEE, S.; ADHYA, M.; GUHA, A. K.; CHATTERJEE, B. P. Chitosan from *Mucor rouxii*: production and physico-chemical characterization. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 395, 2005.

GILDBERG, A.; STENBERG, E. A. New process for advanced utilization of shrimp waste. **Process Biochemistry**, v. 36, p. 809-812, 2001.

JENICEK, P.; KUTIL, J.; BENES, O.; TODT, V.; ZABRANSKA, J.; DOHANYOS, M. Energy self-sufficient sewage wastewater treatment plants: is optimized anaerobic sludge digestion the key? **Water Science & Technology**, v. 68, n. 8. p. 1739-1744, 2013.

MARONEZE, M. M.; ZEPKA, L. Q.; VIEIRA, J. Q.; QUEIROZ, M. I.; JACOB, L. E. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Revista Ambiente e Água**, v. 9, p. 445-458, 2004.

RENAULT, F.; SANCEY, B.; BADOT, P. M.; CRINI, G. Chitosan for coagulation/flocculation processes - An eco-friendly approach. **European Polymer Journal**, v. 45, p. 1337-1348, 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.