

# CONIC SEMESP

## 15º Congresso Nacional de Iniciação Científica

**TÍTULO:** MONITORAMENTO DO EFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO COM VISTA A REUSO

**CATEGORIA:** CONCLUÍDO

**ÁREA:** ENGENHARIAS E ARQUITETURA

**SUBÁREA:** ENGENHARIAS

**INSTITUIÇÃO:** UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO

**AUTOR(ES):** MARIANA SANTOS SILVA

**ORIENTADOR(ES):** CRISTINA FILOMENA P. ROSA PASCHOALATTO

**COLABORADOR(ES):** FERNANDA MARIA DA ROCHA, FERNANDO AFONSO MARRENGULA, JULIANA NIKAIDO WAKAYAMA, MATEUS ANCHESCHI ROVEDA GUIMARÃES, RENAN HENRIQUE ROCHA

Realização:



Apoio:



## 1 RESUMO

Devido a limitação de reservas de água doce no planeta frente ao aumento da demanda de água para atender, usos múltiplos como consumo humano, agrícola e industrial, torna-se necessária medidas para a mitigação do uso de fontes alternativas. O reúso da água apresenta-se como uma das alternativas para enfrentar o crescente problema de escassez de água em quantidade e qualidade necessárias para suprir as demandas de diversas atividades. Diversas tecnologias de tratamento de águas têm sido estudadas com o intuito de adequar a qualidade da água conforme requerem os mais diferentes usos previstos e, assim, amenizar ou até contornar o grave problema da escassez. O presente projeto de pesquisa visa avaliar o desempenho no tratamento de Esgoto (ETE) de um município do interior do Estado de São Paulo e sua potencialidade para reúso.

## 2 INTRODUÇÃO

A implementação da prática de reúso da água já configura em uma realidade adotada em alguns países, inclusive pelo Brasil. O reúso de água reduz a demanda sobre os mananciais devidos à substituição da água potável por uma água de reúso com qualidade inferior, para fins menos nobres. As águas residuárias que são geradas pelas Estações de tratamento de esgotos (ETE), apresentam potencialidade para reúso com fins não potável.

No Brasil, as regiões metropolitanas se encontram atualmente sob *stress* hídrico. A falta desses recursos, pode ser de origem quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez hídrica, ou de origem qualitativa, resultante, por exemplo, de modificações da qualidade da água pela poluição. O que faz regiões urbanas sofrerem grandes contingentes populacionais, limita a atividade econômica, retarda o progresso e o desenvolvimento e afeta a saúde pública (HESPANHOL, 2006). Uma alternativa da atualidade para mitigar o problema da escassez é o reúso, de acordo com Mierzwa

(2005), reuso é utilizar efluentes tratados para fins benéficos não potáveis. É uma medida de gestão integrada e racional, cada vez mais utilizada em diversos países.

De acordo com Hespanhol (2003), o usuário que reutiliza suas águas reduz as vazões de captação e lançamento e, dependendo das vazões utilizadas, o montante de recursos economizados com a redução do custo pelo tratamento de efluentes, pode cobrir os custos de instalação de um sistema de reciclagem interna da água na unidade industrial. O uso mais complexo da água se dá quando o tratamento de esgoto é eficiente, inserido no próprio sistema e essa água pode ser reutilizada para abastecer cidades.

No entanto, não há nenhuma regulamentação sobre o reuso de água no Brasil (ALBINATI *et al.*, 2003). De acordo com Von Sperling *et al.* (2009), a escolha da melhor rota de reuso da água passa por uma análise que deve considerar: a legislação atual, a confiabilidade operacional do sistema que está sendo projetado, as exigências ambientais de saúde pública, os aspectos sociais envolvidos referentes à aceitação desta prática, as relações entre a empresa e os usuários e os fatores econômicos e situacionais.

## 2.1 ASPECTOS LEGAIS E CRITÉRIOS PARA REUSO

O artigo 3º da Resolução CONAMA nº 430 (2011) e o Decreto SP nº 8468 (1976) referem-se ao lançamento tratados ou não em corpos d'água.

Em relação ao reuso da água, a Resolução nº 54 (2005), do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece critérios e estimula sua aplicação para fins não potáveis, na qual são definidas cinco modalidades de reuso de água: urbano, agrícola e florestal, ambiental, industrial e aquicultura e resolve que “deverão ser incentivados e promovidos programas de capacitação, mobilização social e informação quanto à sustentabilidade do reuso”.

## 2.2 SISTEMA DE TRATAMENTO ESGOTO POR LODO ATIVADO CONVENCIONAL

Segundo Sperling (1996), esse processo parte do princípio que se tem de evitar a fuga descontrolada de bactérias ativas produzidas no sistema e que, portanto, deve-se recirculá-la de modo a se manter a maior concentração possível de microrganismos

ativos no reator aerado. Opera com tempo de detecção hidráulico (TDH) de 4 a 12 horas e, profundidade de 2 a 4 metros. Esses microrganismos produzem flocos que podem ser removidos por sedimentação em decantador secundário (ou flotador por ar dissolvido). Parte do lodo é recirculada ao reator aeróbio e parte é descartada para tratamento e destino final. Nesse caso também é obrigatório o uso de decantador primário.

## 2.3 PARAMETROS DE QUALIDADE DE ESGOTO SANITÁRIO

### 2.3.1 Turbidez

Segundo Di Bernardo (2003) a turbidez é o parâmetro físico aferido por meio da quantificação da resistência encontrada pela luz ao passar pelo meio analisado, sendo provocada pelas partículas em suspensão na água. Tais partículas podem ter natureza orgânica ou inorgânica.

### 2.3.2 Cor aparente

A presença de cor em água indica a existência de compostos orgânicos e inorgânicos dissolvidos. Segundo Di Bernardo (2003), em mananciais esta matéria orgânica é comumente de origem vegetal, denominadas substâncias húmicas compostas por ácidos fúlvicos, húmicos e himatomelânicos e em efluentes industriais a presença de cor tem origem diversificada.

### 2.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH consiste em uma escala logarítmica, com valores de 0 a 14, que expressa acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução. O valores de pH em águas naturais, variam entre 5,5 e 9,5.

### 2.3.4 Alcalinidade

A alcalinidade mede a capacidade da água em neutralizar ácidos. É de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, uma vez que, seu teor influi na dosagem dos coagulantes químicos utilizados. Se a alcalinidade for baixa,

a coagulação exige adição de alcalinizantes para ajuste do pH, mas se a alcalinidade for alta, a coagulação utilizada não é satisfatória.

### 2.3.5 Amonia e Nitrato

O nitrogênio amoniacal (amônia) e nitrato, nos corpos de água são indicadores de decomposição de matéria orgânica. Quando as águas são recentemente poluídas, a maior parte do nitrogênio presente esta na forma orgânica e amoniacal, com o tempo estes compostos se transformam em nitrato. No Brasil, a contaminação das fontes de abastecimento por compostos nitrogenados é comum, principalmente pela falta de tratamento das águas residuais e pelo uso indiscriminado de agroquímicos (Di Bernardo, 2005).

### 2.3.6 Fósforo Total

O fósforo em água é um nutriente limitante do crescimento de plantas aquáticas. Segundo Di Bernardo (2005), concentrações baixas podem limitar o desenvolvimento dos microrganismos presentes na camada biológica responsável pela remoção das impurezas na filtração lenta, e, em altas concentrações, podem favorecer a ocorrência de florações algais, causando problemas operacionais e sanitários. O fósforo total existe na forma orgânica e inorgânica. É um nutriente indispensável no tratamento de efluentes por processo biológico.

### 2.3.7 Sólidos Totais

Os esgotos domésticos contém aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui compostos orgânicos (proteínas:40 a 60%,; carboidratos: 25 a 50% e óleos e graxas:10%), nutrientes (nitrogênio e fósforo), metais, sólidos dissolvidos inorgânicos, sólidos inertes, sólidos grosseiros, compostos não biodegradáveis, organismos patogênicos e ocasionalmente, contaminantes tóxicos decorrentes de atividades industriais ou de acidentes. Portanto, é devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar os esgotos (SPERLING, 1996).

### 2.3.8 Carbono Organico Total (COT)

O COT, expressa a concentrações da matéria orgânica presente na água.

### 2.3.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DBO está associada à fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos. É uma medida do oxigênio consumido após 5 dias pelos microrganismos na estabilização bioquímica da matéria orgânica, retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea, é uma indicação indireta, portanto, do carbono orgânico biodegradável (SPERLING, 1996).

A DQO representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea. Utiliza fortes agentes oxidantes em condições ácidas. O teste da DQO mede o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica. O valor obtido é, portanto uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente.

### 2.3.10 *Escherichia Coli*

A detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus, em uma amostra d'água é extremamente difícil, em razão das suas baixas concentrações, o que demandaria o exame de grandes volumes de amostra para que fosse detectado um único ser patogênico. Este obstáculo é superado através de organismos indicadores de contaminação fecal. Tais organismos não são patogênicos, mas dão uma satisfatória indicação de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, por conseguintes, a sua potencialidade para transmitir doenças. Os organismos mais comumente utilizados com tal finalidade são as bactérias do grupo *coliformes*.

## 3 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade do efluente da ETE quanto aos parâmetros: pH, cor, turbidez, DQO, DBO 5 dias a 20°C, amônia, nitrato, sólidos totais, alcalinidade, fósforo, Carbono orgânico Total (COT) e *Escherichia Coli*.

#### 4 METODOLOGIA

O presente projeto de pesquisa foi realizado em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), de um Município do Estado de São Paulo. O processo de tratamento da ETE é biológico de lodos ativados convencional de dois módulos do tipo Carrossel, com capacidade máxima de operação de 25000 m<sup>3</sup>/ dia, tratando atualmente um volume médio de 8000 m<sup>3</sup>/dia. Na Figura 1 esta apresentado o reator do tipo carrocel, etapa de aeração promovida com movimentação hidráulica de rotores.



Figura 1: Reator aerado do tipo carrocel da ETE Caiçara

Na Figura 2 esta apresentado o decantador que recebe o efluente do reator arerobio, onde ocorre a separação de lodo biológico da água decantada que segue para lançamento no corpo d'água classe 2 e na Figura 3 o ponto de coleta.



Figura 2: Decantador secundário da ETE.



Figura 3: Ponto de coleta

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

Para a avaliação da qualidade do efluente da ETE, foi realizado um monitoramento de frequência semanal durante 5 meses, os parâmetros empregados para avaliação da qualidade da água efluente da ETE estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros, unidade, metodologias, equipamentos, limite de detecção de métodos (LDM), referências da APHA (2005) e VMP do CONAMA 430 (2011).

Parâmetro	Unidade	Método	LDM	Equipamento	VMP CONAMA 430
pH	adimensional	Eletrométrico	0,01	pH-metro, marca Orion modelo 230	5 a 9
Cor aparente	uH	Espectrofotométrico	1	Espectrofotometro, marca Hach, modelo DR/2000	
Turbidez	uT	Neftelométrico	0,1	Turbidimetro, marca HACH, modelo 2100P	
Nitrogênio Amôniacal	mg/L NH <sub>3</sub>	Destilação prévia Espectrofotométrico com reagente de Nessler	0,01	Destilador marca Marconi modelo MA 036 e Espectrofotometro, marca Hach, modelo DR/2000.	0,5
Nitrogênio Nitrato	mg/L NO <sub>3</sub>	Espectrofotométrico UV	0,001	Espectrofotometro, marca Varian, modelo CARY 1E.	10
Alcalinidade bicarbonato	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titrimétrico com ácido sulfúrico	1	Bureta digital, marca Brand, modelo classe A	
Fósforo	mg P/L	Espectrofotométrico	0,01	Espectrofotometro visível, modelo DR/2000, marca Hach	



Sólidos Totais	mg/L	Gravimétrico	1	Balança analítica marca Sartorius	
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	Espectrofotométrico	10	Espectrofotometro visível, modelo DR/2000, marca Hach	
DBO5 dias a 20°C	mg/L O <sub>2</sub>	Potenciométrico	1	Oxímetro, modelo DM4 Marca Digimed e incubadora 20°C, MODELO 347-G FANEM	120 mg/L ou 60% reoxidação
COT	mg/L C	Combustão Infravermelho	0,01	TOC- Shimatzu	
E. Coli	NMP/100mL	Tubos Múltiplos	5	Incubadora Fanem modelo 002Cb	1000

## 5. RESULTADOS

Os resultados obtidos foram tratados matematicamente e estão apresentados na Tabela 2. Observou-se que dentre todos os parâmetros avaliados e comparados aos valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 430 (2011) e pelo Decreto SP 8468 (1976), encontram-se adequados. Com destaque para os valores de DBO com média de 7 mg/L, o que representa baixa concentração de matéria orgânica. O sistema de tratamento de nível secundário não tem por objetivo a desinfecção, tal fato justifica os elevados valores de Escherichia coli, sendo necessárias ações com tratamentos complementares para adequação deste efluente ao reúso.

## 6. CONCLUSÕES

Com base na qualidade aferida durante o período deste estudo, pode-se concluir que o efluente tratado da ETE pode ser utilizado para reúso após tratamento complementar, podendo ser filtração direta (com coagulação química) seguido de desinfecção.

Tabela 2: Resultados obtidos de coleta de amostras de efluente tratado da ETE

Parâmetros	Unidades	23-jan	30-jan	6-fev	13-fev	20-fev	27-fev	20-mar	27-mar	10-abr	17-abr	24-abr	30-abr	7-mai	14-mai	21-mai	28-mai	09/jun	média	DP
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
pH	adimensional	7,37	7,32	7,20	7,08	7,23	7,01	7,28	7,77	7,28	7,17	7,23	7,11	7,22	7,37	7,27	7,21	7,49	7,27	0,17
Cor aparente	uH	36	36	45	39	68	41	32	30	26	21	48	42	38	42	42	24	38	38	11
Turbidez	uT (NTU)	2,76	3,45	4,08	3,77	10,9	4,76	4,71	3,31	3,61	3,79	5,49	2,78	4,35	3,38	3,66	3,34	2,26	4,1	1,9
Amônia	mg NH <sub>3</sub> /L	1,33	2,02	3,64	1,35	0,36	0,12	0,31	1,84	2,06	5,13	3,64	0,74	0,45	2,53	2,96	1,12	3,05	1,92	1,42
Nitrato	mg NO <sub>3</sub> /L	2,37	0,92	0,95	1,09	1,50	0,86	0,84	0,92	0,21	2,61	0,28	0,84	0,88	1,34	1,16	1,80	1,54	1,2	0,64
Alc. Bicarbonato	mg CaCO <sub>3</sub> /L	115	137	107	136	95	123	102	158	119	117	146	118	127	126	141	129	167	127	19
Sólidos Totais	mg/L	185	288	247	219	168	175	192	307	100	80	300	247	140	250	237	213	221	210	65
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	16	10	11	6	13	17	34	44	23	22	20	19	19	10	27	51	20	21	12
DBO 5 dias	mg O <sub>2</sub> /L	8	6	7	9	9	8	4	7	6	9	6	8	8	8	7	8	7	7	1
COT	mg C/L	195	239	132	143	194	112	75	65	80	69	92	56	56	60	82	67	45	104	58
Fosforo Total	mg P/L	0,3	0,5	0,6	0,7	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,4	0,6	0,3	0,3	0,4	2,6	0,4	0,8	0,5	0,6
E. Coli	NMP/100mL	25000	1000	24000		25000	700		2000	17000	2200	1300	1300	1300	2700	1300	1100	1100	7133	9923

## 5 REFERÊNCIAS

APHA American Public Health Association; AWWA American Water Work Association; WPCF Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 ed. Washington. American Public Health Association. 1368p, 2005.

ALBINATI R. C. B.; ALBINATI A. C. L.; MEDEIROS Y. D. M. Utilização de águas desprezadas para a produção de alimentos no Semiárido. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bahia, 2003.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA nº 357, de 2005.

DI BERNARDO, L; DANTAS, A. D. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2ª edição. São Carlos: RiMa Editora, 2005. v. 2. 1584 p.

HESPANHOL, I. 2003. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. Bahia Análise e Dados, v13, n. especial, Salvador, 2003.

HESPANHOL, I., MIERZWA, J., RODRIGUES, L.; SILVA, M. (2006). 29f. Manual de Conservação e Reuso de água na Indústria. Rio de Janeiro: Federação das Indústrias do Rio de Janeiro - FIRJAN/SEBRAE, 2006.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na Indústria – Uso racional e reuso. Oficina de Textos. São Paulo, 2005

RESOLUÇÃO 54. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.** Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005.

VON SPERLING, M.; MOTA F. S. B; Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto. 2ª edição; UFMG Belo Horizonte MG 1996. 243p.

VON SPERLING, M.; MOTA F. S. B; Nutrientes de Esgoto Sanitários: Utilização e Remoção. Projeto PROSAB. ABES. Rio de Janeiro, 2009