

Impactos Ambientais do Projeto de Implantação da Estação de Tratamento de Esgotos da Sabesp na Sub-bacia do Córrego Tocantins, Adamantina, São Paulo

Environmental Impacts of the Project of Implantation of the sewers treatment Station of sabesp in the Sub-basin of the Tocantins Stream, Adamantina, São Paulo

Michele Cristina Barreto da Cruz - Juscelina Alves Nunes

Lílian Agra Camargo Arruda - Mauro Montenegro

Discentes de Pós Graduação "Latus Sensu" na FAI - Identificação de Agentes Poluidores Avaliação de Impactos Ambientais

Jodir Pereira da Silva

Doutor em Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo e docente na FAI;

Rogério Menezes de Mello

Mestre em Oceanografia Biológica pela Universidade do Rio Grande docente na FAI

Rogério Buchala

Docente na FAI

Resumo

Discute-se a implantação de projeto da estação de tratamento de esgotos da SABESP - Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - na sub-bacia do córrego Tocantins, Adamantina, e os possíveis impactos ambientais.

As observações na área estudada (córregos Tocantins e dos Ranchos) mostram o grau de poluição atual de suas águas. Estes córregos recebem, sem nenhum tratamento, o esgoto sanitário doméstico do lado oeste da cidade (cerca de 60% de todo esgoto dos mais de 30.000 habitantes). Devido a grande quantidade de matéria orgânica no esgoto lançado no córrego Tocantins, suas águas se tornaram escuras e mal cheirosas e a vida aquática praticamente desapareceu.

No lado leste, existe uma lagoa que trata cerca de 40% dos efluentes domésticos coletados, lançados, após este tratamento, no ribeirão Boa Esperança.

Os possíveis impactos ambientais foram avaliados pelo método G.U.T. e as medidas mitigadoras sugeridas.

Palavras-chave

Tratamento de esgoto, impactos ambientais, medidas mitigadoras.

Abstract

It is argued implantation of the station of treatment of sewers in the sub-basin of the Tocantins stream, Adamantina, and the possible environmental impacts. The observations in the studied area (“Tocantins” and the “Ranchos” streams) show the degree of current pollution of its waters. These streams receive, without any treatment, the domestic sanitary sewer of the side west of the city (about 60% of all sewers of more than the 30,000 inhabitants). Due to great amount of organic substance in the sewer launched in the “Tocantins” stream, its waters if had become dark and badly and the aquatic life practically disappeared. In the side east, a lagoon exists that treats about 40% the effluent collected domestic servant, launched, after this treatment in the “Boa Esperança” stream. The possible environmental impacts had been evaluated by method G.U.T. e the suggested reliever measures.

Key word

Treatment of sewer, environmental impacts, reliever measures.

Introdução

A sociedade sempre procurou esconder os efluentes produzidos, para não tratá-los, e fazer o lançamento dos esgotos bem longe dos sítios urbanos, mesmo que pudessem afetar a qualidade de vida das populações à jusante. No início, se observava apenas o caráter positivo das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), como parte dos Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), eram consideradas medidas mitigadoras das redes coletoras de esgotos. Os impactos ambientais e os transtornos às populações vizinhas ou situadas rio abaixo não eram avaliados.

Com os avanços dos estudos de impactos ambientais foram disponibilizadas ferramentas de mitigação de impactos negativos ou potencialização dos positivos com a implantação dos Sistemas de Gestão Ambiental - SGA em ETEs. A importância do desempenho ambiental das estações de tratamento tem repercussões locais que envolvem solo, ar e recursos hídricos e atingem um dos principais ciclos biogeoquímicos, o da água, fundamental para manutenção da saúde do seres vivos e o equilíbrio ecológico do meio ambiente (PASQUALETTO, *et al.*, 2003).

Este trabalho tem a finalidade de auxiliar os profissionais da área de saneamento, considerando a pouca disponibilidade de informações e bibliografias sobre o assunto, como roteiro na avaliação de impactos de projetos de ETEs e na adoção das medidas ambientais, procurando-se identificar, caracterizar e priorizar os impactos associados aos processos físicos e biológicos do tratamento dos efluentes previstos no projeto da ETE – Oeste, sub-bacia do córrego Tocantins, Adamantina, SP. Assim, pretende-se contribuir para o desenvolvimento de metodologias de Avaliação de Impactos Ambientais em projetos de ETEs, buscando-se minimizar os impactos negativos da construção e operação e potencializar os positivos sobre os aspectos físico-químico, biológico e sócio – econômico.

O lançamento de esgotos *in natura* e seus impactos

O esgoto sanitário é constituído das águas servidas, coletadas nas áreas residenciais, comerciais e institucionais da cidade, e podem, ou não, receber efluentes industriais.

Em média, a composição do esgoto sanitário é de 99,9% de água e apenas 0,1 % de sólidos, com cerca de 75% desses sólidos constituídos por matéria orgânica em decomposição. Aí proliferam os microorganismos oriundos das fezes humanas, inclusive, dependendo da saúde da população, os patogênicos. Se houver misturas com efluentes industriais podem estar presentes poluentes tóxicos, em especial os fenóis e os chamados “metais pesados”. Registre-se que as ETEs não retiram tais poluentes, apenas “condensam” em menores distâncias o processo natural de mineralização biológica das matérias orgânicas.

Se este esgoto é lançado *in natura* nos corpos de água, e dependendo das relações entre as vazões de esgoto lançado e do corpo receptor, ocorrem sérios prejuízos à qualidade da água. Além do aspecto visual desagradável verifica-se o declínio dos níveis de O.D. (oxigênio dissolvido), afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática pela exalação de gases mal cheirosos e a possibilidade de contaminação de animais e seres humanos por consumo ou contato com a água (NUVOLARI *et al.*, 2003).

Descrição dos processos de tratamento

No tratamento primário os sólidos sedimentáveis são removidos nos decantadores e no tratamento secundário os sólidos dissolvidos e em suspensão são absorvidos no reator de lodo ativado.

A quantidade de O.D. em um corpo de água é diretamente proporcional à pressão atmosférica e inversamente proporcional à temperatura. À 20° C e a uma altitude de 720 m (aproximadamente a altitude do rio Tietê na grande São Paulo) a máxima quantidade de O.D. disponível na saturação estaria por volta de 8,4 mg/l. Como as bactérias consomem na degradação das matérias orgânicas presentes num esgoto cerca de 300 mg/l de O.D., esta demanda é muito maior do que o disponível, existindo uma razão de diluição mínima dos esgotos para tornar possível a vida de peixes e outros seres.

As matérias orgânicas presentes nos esgotos lançados num corpo de água criam as condições necessárias para a multiplicação dos microorganismos decompositores aeróbios que, no entanto, ao degradarem estas consomem o oxigênio dissolvido. Se a quantidade disponível de matéria orgânica na água é grande, o que limitará a multiplicação destes microorganismos é a quantidade de oxigênio à disposição, pois se este se extingue, favorece o aparecimento de outros tipos de microorganismos, os aeróbios facultativos, que quebram a matéria orgânica tanto na presença quanto na ausência de O.D., e as bactérias estritamente anaeróbias, que o fazem na sua ausência.

No tratamento de esgoto convencional, em nível secundário, pelo processo de lodos ativados aproveita-se a ação dos microorganismos decompositores aeróbios sobre a matéria orgânica finalmente particulada e sobre a matéria orgânica solúvel, após o esgoto ter passado pelos decantadores primários. Isso ocorre no reator ou tanque de aeração, onde se introduz ar visando manter certa quantidade de O.D. (na faixa de 1 a 2 mg/l), criando-se as condições para o crescimento dos microorganismos aeróbios. A matéria orgânica solúvel é facilmente assimilada e prontamente absorvida pela massa biológica, sendo que a matéria orgânica finamente particulada e a matéria dissolvida, mas de cadeias maiores ou de mais difícil degradação, sofrem inicialmente a ação de enzimas exógenas, secretadas pelos microorganismos. No reator, os microorganismos se agrupam aos milhares, nos chamados flocos biológicos. Após absorverem a matéria orgânica, se lançados num corpo de água começariam a morrer.

A “DBO” - Demanda Bioquímica de Oxigênio - é a quantidade de O.D. necessária aos microorganismos, na estabilização da matéria orgânica em decomposição, sob condições aeróbias. Num efluente, quanto maior a quantidade de matéria orgânica maior será a DBO (NUVOLARI *et al.*, 2003).

Lagoas de estabilização

Na natureza, quando ocorre a transformação das moléculas orgânicas mais complexas, tais como proteínas, hidratos de carbono, glicídios, etc., consideradas instáveis ou passíveis de decomposição, em moléculas mais simples, CO_2 , H_2O , NH_3 e outras, diz-se que houve estabilização ou mineralização dessa matéria orgânica.

Os maiores responsáveis pela mineralização da matéria orgânica na natureza são os microorganismos decompositores, bactérias e fungos, que são seres heterótrofos. Estes buscam, nas substâncias em decomposição, a fonte de energia para seus processos vitais de respiração, síntese e reprodução, consumindo oxigênio. Num ciclo fechado, desde o aparecimento da vida na terra, os vegetais em geral e variados tipos de algas, seres autótrofos, se encarregam de utilizar as substâncias simples acima citadas transformando-as novamente em substâncias complexas, consumindo CO_2 e liberando O_2 , fechando-se o ciclo.

Este processo natural ocorre num corpo de água. Ao final da biodegradação de toda a matéria orgânica lançada houve a chamada autodepuração do corpo de água, ou seja, as moléculas complexas foram estabilizadas e inicia-se um novo ciclo.

Nas lagoas facultativas as bactérias aeróbias irão degradar a matéria orgânica solúvel, presente no esgoto, consumindo o oxigênio livre disponível na água e tendo como subprodutos água, gás carbônico e nutrientes. Por sua vez, as algas consomem os nutrientes e o gás carbônico e se utilizam da luz solar como fonte de energia na fotossíntese, com liberação de oxigênio.

As lagoas facultativas não são chamadas de estritamente aeróbias, pois o material que vai para o fundo forma uma camada de lodo que sofre lenta decomposição anaeróbia, uma vez que nessa região os níveis de oxigênio dissolvido são muito baixos ou nulos. A parcela solúvel, que permanece na parte superior da lagoa, com níveis maiores de oxigênio, sofre decomposição aeróbia (NUVOLARI, *et al.*, 2003)

Projeto da ETE - a localização do empreendimento

Na sub-bacia do córrego Tocantins, região oeste do município de Adamantina (sede municipal em $21^\circ 41' \text{ S}$ e $51^\circ 41' \text{ E}$) que fica na Nova Alta Paulista, no oeste do estado de São Paulo. A cidade faz divisa ao norte com Valparaíso e Bento de Abreu, ao sul com Mariápolis, a leste com Lucélia, a oeste com Flórida Paulista e distante 600 km da cidade de São Paulo, com altitude média de 440 m acima do nível do mar.

A área urbana localiza-se no divisor de águas das bacias dos rios Aguapeí-Peixe (Figura 1). A população urbana é atendida pelo sistema público estadual de abastecimento de água (100%), com os esgotos sendo coletados em 98% das residências, através de uma rede coletora com extensão da ordem de 80.000m (há cerca de 150.000 m de vias públicas), com 10.248 ligações para a captação dos esgotos, até o ano de 2001.

A população total de Adamantina é de 34.159 habitantes, com 31.227 pessoas na área urbana e 2.932 pessoas na zona rural, o que perfaz uma densidade de 79,81 habitantes/ km^2 . (IBGE - 2005)

Na parte leste da cidade, está a nascente do córrego Lambari, afluente do ribeirão da Boa Esperança.

Na porção oeste, na bacia do Peixe, localizam-se as nascentes do córrego Tocantins e do ribeirão dos Ranchos (Figura 2), sendo o Tocantins afluente do Ribeirão dos Ranchos. A microbacia do ribeirão dos Ranchos está contemplada pelo PEMBH, Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas.

Os esgotos da região Leste (cerca de 40 % do total) drenam para a bacia do Aguapeí, onde já existe em funcionamento a ETE-Leste, constituída por lagoas de estabilização do tipo Australiano (lagoa anaeróbica e lagoa facultativa, em série).

Na região oeste existe uma ETE abandonada, nas margens do córrego Tocantins, em área distinta daquela prevista para a implantação do projeto em análise. A Estação de Tratamento de Esgoto Oeste (ETE - Oeste) terá a finalidade de tratar o esgoto sanitário doméstico (cerca de 60 % do total) coletado na região oeste.

Nas figuras 3 a 10 podemos visualizar o local de implantação da ETE. A figura 11 apresenta uma foto aérea de projeto similar já implantado em Lajes, estado de Goiás.



Figura 1: O município de Adamantina na Bacia dos rios do Peixe e Aguapeí

Fonte: Relatório de Situação das bacias do Aguapeí-Peixe, CBH-AP/ Consórcio do Rio do Peixe, 1998.

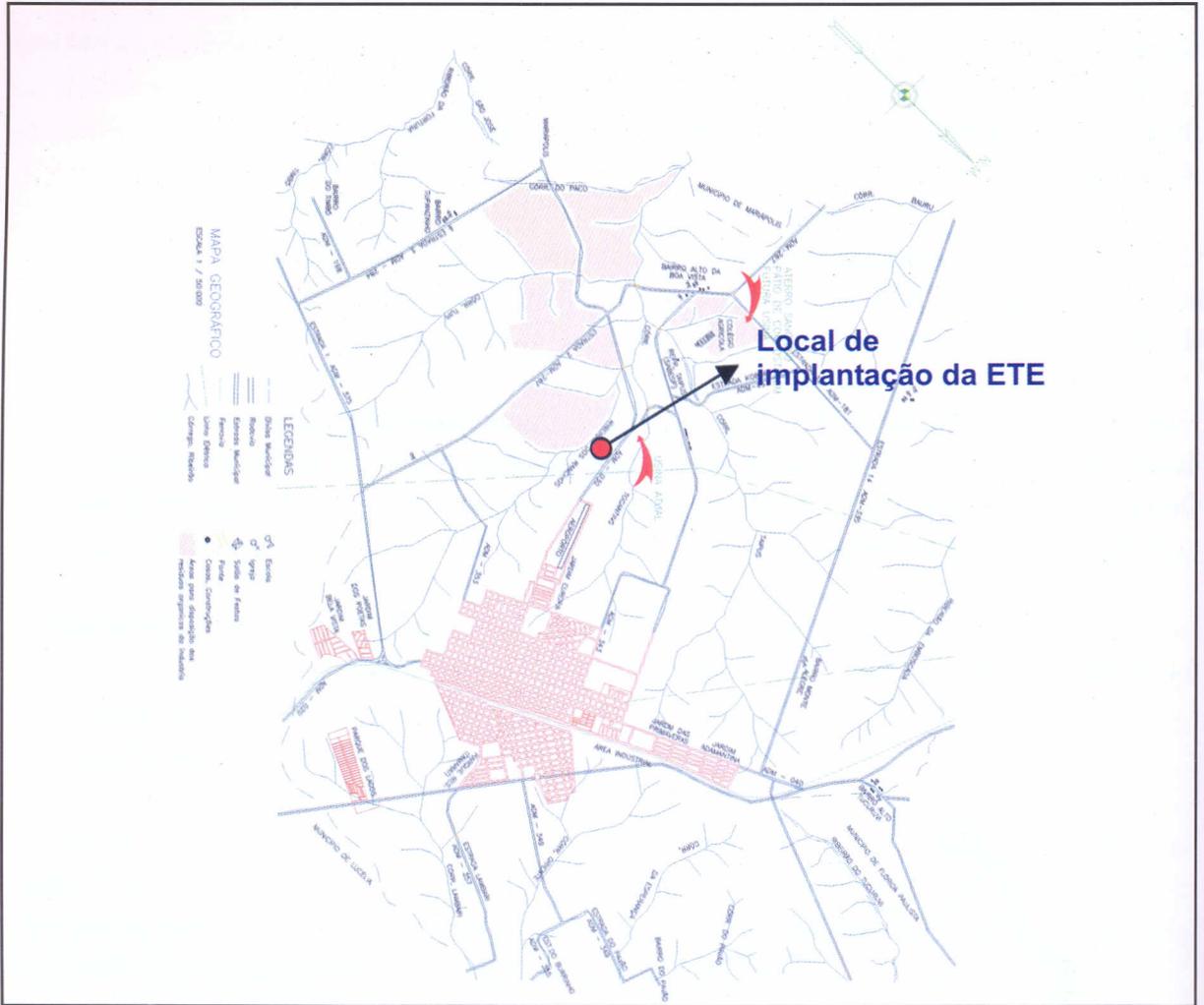


Figura 2: A localização prevista para as instalações da ETE Sabesp na sub-bacia do córrego Tocantins, Adamantina, SP e a representação da rede hidrográfica nas proximidades da área urbana.



Figura 3: Chegada ao Local de Implantação da ETE pela estrada vicinal ADM 30, sentido Adamantina – Mariápolis.



Figura 4: O córrego dos Ranchos, margem esquerda.



Figura 5: O córrego dos Ranchos, margem direita.



Figura 7: Vista parcial da área



Figura 6: O ponto de referência do local do empreendimento.



Figura 8: O córrego Tocantins, margem esquerda.



Figura 9: O córrego Tocantins, margem direita, sentido Adamantina – Bairro Alto da Boa Vista.



Figura 10: O local de implantação da ETE, e a proximidade do curtume.



Figura 11: A foto aérea de uma ETE em Lajes, Estado de Goiás.

Descrição técnica do projeto

A ETE - Oeste tem implantação prevista para a margem esquerda do ribeirão dos Ranchos, com lagoas de estabilização tipo australiano (lagoas anaeróbias, seguidas de lagoas facultativas secundárias e terciárias). A vazão máxima doméstica prevista é de 50,8 l/s/dia e vazão máxima de infiltração diária 64,6 l/s/dia, valores referentes a 2004, com estimativas para 2023 de vazão máxima doméstica de 60,6 l/s/dia e vazão de infiltração diária de 77,0 l/s/dia.

A estação atenderia uma população residente na região oeste de 22.867 habitantes, estimada em 27.262 habitantes em 2023, tendo por objetivos melhorar a qualidade da água do córrego Tocantins, a qualidade de vida da população local, devolvendo o equilíbrio ao meio ambiente na área de influência (LBR ENGENHARIA E CONSULTORIA 2000).

No tratamento de esgotos domésticos é preciso empregar meios de remoção ou transformação das características do efluente: a remoção de sólidos grosseiros, de gorduras e de areias; a decantação, a flotação, o tratamento e armazenamento do lodo em lagoas de estabilização para remover os nutrientes e os resíduos sólidos domésticos (JULIANO, N; EGER, S; BRAGA, B. *et al.*, 2004), para que se possa despejar no corpo de água receptor uma água com boa porcentagem de oxigênio dissolvido.

São os seguintes os valores do dimensionamento do projeto:

Lagoa Anaeróbia	
População atendida	27.262 habitantes
Vazão média afluente	5.832 m ³ /dia
DBO afluente	234 mg/l
Carga de DBO ₅ afluente	1.362,9 kg/dia
Temperatura:	20°C (média no mês mais frio)
Número de lagoas	2 unidades
Comprimento	101 metros
Largura	38 metros
Área de cada lagoa	3.838 m ²
Volume	10.216 m ³
Profundidade	3,5 metros
Tempo de retenção	3,5 dias
Lagoa Facultativa Secundária	
População atendida:	27.262 habitantes
Vazão afluente:	5.832 m ³ /dia
DBO afluente:	117 mg/l
Temperatura:	20°C (média no mês mais frio)
Número de lagoas	2 unidades
Comprimento	209 metros
Largura	72 metros
Área de cada lagoa	15.048 m ²
Volume	21.323 m ³
Profundidade	1,5 metros
Tempo de retenção	7,3 dias
Lagoa Facultativa Terciária	
População atendida:	27.262 habitantes
Vazão afluente:	5.832 m ³ /dia
DBO afluente:	56 mg/l
Número de lagoas	2 unidades
Comprimento	138 metros
Largura	64 metros
Área de cada lagoa	8.832 m ²
Volume	12.356 m ³
Profundidade	1,5 metros
Tempo de retenção	4,2 dias

O índice de atendimento pretendido é o tratamento de 100% dos esgotos da população urbana. A eficiência do sistema (E) é estimada em 81,6 %. A área total líquida é calculada em 5,6 ha (553.436 m²), em 7,3 ha (72.067 m²) de área total do projeto. O coeficiente de retorno esgoto/água (C) de 0,8; a taxa de infiltração (i) de 0,25 l/s * km e a contribuição de carga orgânica doméstica de 0,05 kg DBO /hab/dia.

O corpo receptor de esgoto da região Oeste de Adamantina é o ribeirão dos Ranchos, situado na bacia do rio do Peixe, e recebe a contribuição do córrego Tocantins, ambos os cursos de água de Classe 4, nos termos do Decreto 10.755 de 1977. A área de drenagem da sub-bacia hidrográfica do ribeirão dos Ranchos é de 50 km². A vazão média deste ribeirão é de 360 l/s e a vazão mínima de 7 dias consecutivos é de 130 l/s, para um período de retorno de 10 anos. A bacia do rio do Peixe tem área total de drenagem de 13.068 Km², vazão média de 96 m³/s e vazão mínima: 28 m³/s.

Em análise de esgoto, coletado em outubro de 2001, a concentração de coliformes fecais foi da ordem de 4,6 x 10⁷ /100 ml. As lagoas de estabilização em série, como as projetadas para a ETE-Oeste, podem remover 99,999 % destes microorganismos, o que determinaria uma concentração reduzida a 460 cf/100 ml. De acordo com dados da LBR Engenharia e Consultoria, a concentração de coliformes fecais a montante da área urbana é da ordem de 4.300 cf/ ml e após o lançamento do efluente da ETE seria de 2.995 cf/100 ml, o que ainda corresponderia a uma água imprópria para banhos e passível de utilização na alimentação apenas após tratamento e cloração (CHARBONNEAU, *et al.*, 1979).

A descrição das vazões e cargas dos esgotos sanitários

Com base na previsão de crescimento populacional, a empresa responsável pelo projeto estimou as vazões de esgoto doméstico por bacia de esgotamento e os dados estão sintetizados na Tabela 1:

Tabela 1- Evolução das Vazões Domésticas por Bacia de Esgotamento, Sistema de Esgoto Sanitário de Adamantina - Vazões Domésticas, Bacia Leste (Ribeirão Boa Esperança) e Bacia Oeste (Ribeirão dos Ranchos)

Bacia	População Atendida (hab)	Vazões (l/s)			População Atendida (hab)	Vazões (l/s)		
		Média	Max. diária 2000	Max. horária		média	Max. diária 2004	Max. horária
B-W	21.715	40,2	48,2	72,4	22,867	42,3	50,8	76,1
B-L	8.581	15,9	19,1	28,6	8,687	16,1	19,3	29,0
Total	30.296	56,1	67,3	101,0	31,554	58,4	70,1	105,1
			2010				2015	
B-W	24.559	45,5	54,6	81,9	25,587	47,4	56,9	65,3
B-L	8.844	16,4	19,7	29,5	8,965	16,6	19,9	29,9
Total	33,403	61,9	74,3	111,4	34,552	64,0	76,8	115,2
			2020				2023	
B-W	26.636	49,3	59,2	88,9	27,262	50,3	60,6	90,9
B-L	9.101	16,9	20,2	30,3	9,202	17,0	20,4	30,6
Total	35.737	66,2	79,4	119,2	36,464	67,5	81,0	121,5

Legenda: Bacia Leste (B-L) e Bacia Oeste (B-W)

Fonte: LBR - ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2000.

As vazões de infiltração por bacia de esgotamento, ao longo do período estão apresentadas a seguir (Tabela 2). Elas foram determinadas considerando-se as extensões da rede coletora e a taxa de infiltração de 0,25 l/s x km. A cidade de Adamantina está bem servida por rede coletora de esgoto, inclusive em áreas com densidades demográficas muito baixas. Para determinar a extensão necessária de rede coletora ano a ano, foi adotado um índice variando de 2,0 a 2,8 m de rede para cada novo

usuário. Segundo informou a gerência da Sabesp de Adamantina, a extensão atual da rede coletora de esgoto é da ordem de 80,0 km, sendo 53,5 na Bacia Oeste.

Na Tabela 3, as projeções da extensão total da rede coletora.

Tabela 2 - Evolução das Vazões de Infiltração por Bacia de Esgotamento, Sistema de esgoto Sanitário de Adamantina - Vazões de Infiltração, Bacia Leste (Ribeirão da Boa Esperança) e Bacia Oeste (Ribeirão dos Ranchos)

Bacia	Área (ha)	Extensão de Rede Coletora (km)						Taxa l/s*km	Vazão de Infiltração (l/s)					
		2000	2004	2010	2015	2020	2023		2000	2004	2010	2015	2020	2023
B-W	760,3	53,5	55,1	59,0	61,0	64,4	65,4	0,25	13,8	13,8	14,8	15,4	16,1	16,4
B-L	369,7	26,5	26,7	27,0	27,7	28,0	28,3	0,25	6,6	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1
Total	1130,0	80,0	82,6	61,0	88,7	92,4	93,7		20,0	20,6	21,6	22,3	23,1	23,5

Legenda: Bacia Leste (B-L) e Bacia Oeste (B-W)

Fonte: LBR - ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2000.

Tabela 3 - Projeções da Extensão Total da Rede Coletora

Ano	Incremento de	Índice de Evolução da	Incremento da	Extensão
	População (hab)	Rede Coletora (metros/hab)	Rede (m)	Total da Rede (m)
2004	318	2,1	657	81925
2010	227	2,3	515	85954
2015	232	2,5	570	88691
2020	240	2,7	639	91748
2023	245	2,8	684	93746

Fonte: LBR ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, 2000.

Fonte: LBR ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2000.

As estimativas das vazões totais, por bacia de esgotamento, são apresentadas na Tabela 4:

Tabela 4 - Evolução das Vazões Totais, por Bacia de Esgotamento, Sistema de Esgoto Sanitário de Adamantina - Vazões Totais, Bacia Leste (Ribeirão da Boa Esperança) e Bacia Oeste (Ribeirão dos Ranchos).

Bacia	Vazão Doméstica (l/s)			Vazão de Infiltração (l/s)	Vazão Total (l/s)			Vazão Doméstica (l/s)			Vazão de Infiltração (l/s)	Vazão Total (l/s)		
	média	máx por dia	máx por hora		média	máx por dia	máx por hora	média	máx por dia	máx por hora		média	máx por dia	máx por hora
4 2004														
B-W	40,2	48,2	72,4	13,4	53,6	61,6	85,8	42,3	50,8	76,1	13,8	56,9	65,5	91,2
B-L	15,9	19,1	28,6	6,6	22,5	25,7	35,2	16,1	19,3	28,9	6,8	22,9	26,1	35,8
Total	56,1	67,3	101,0	20,0	76,1	87,3	121,0	58,4	70,8	105,0	20,6	79,8	91,6	127,0
• 2015														
B-W	45,5	54,6	81,9	14,8	60,3	69,4	96,7	47,4	56,9	85,3	15,4	62,8	72,3	100,7
B-L	16,4	19,7	29,5	6,8	23,2	26,5	36,5	16,6	19,9	29,9	6,9	23,5	23,5	36,8
Total	61,9	74,3	111,4	21,6	83,5	95,9	133,0	64,0	76,8	115,2	22,3	86,3	99,1	137,5
• 2023														
B-W	49,3	59,2	88,7	16,1	65,4	75,3	104,8	50,5	60,6	90,9	16,4	66,9	77,0	107,3
B-L	16,9	20,2	30,5	7,0	23,9	27,2	37,5	17,0	20,4	30,6	7,1	24,1	27,5	37,7
Total	66,2	79,4	119,2	22,9	89,3	102,5	142,3	67,5	81,0	121,5	23,5	91,0	104,5	145,0

Legenda: Bacia Leste (B-L) e Bacia Oeste (B-W)

Fonte: LBR ENGENHARIA E CONSULTORIA LTD., 2000.

Legenda: Bacia Leste (B-L) e Bacia Oeste (B-W) - Fonte: LBR - ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2000.

A evolução das cargas orgânicas estimadas, por bacia de esgotamento, está apresentada na Tabela 5:

Tabela 5 - Evolução das Cargas Orgânicas, por bacia de Esgotamento, Sistema de Esgoto Sanitário de Adamantina - Cargas Orgânicas, Bacia Leste (Ribeirão da Boa Esperança) e Bacia Oeste (Ribeirão dos Ranchos)

Bacia	População Atendida (hab)	C. Orgânica (kg/dia)	População Atendida (hab)	C. Orgânica (kg/dia)	População Atendida (hab)	C. Orgânica (kg/dia)
	2000		2004		2010	
B-W	21.715	1086	22.867	1.143	24.559	1.228
B-L	8.581	429	8.687	434	8.844	442
Total	30.296	1.515	31.554	1.578	33.403	1.670
	2015		2020		2023	
B-W	25.587	1279	26.636	1332	27.262	1363
B-L	8.965	448	9.101	455	9.202	460
Total	34.552	1.728	35.737	1.787	36.464	1.823

Legenda: Bacia Leste (BL), Bacia Oeste (BW)

Fonte: LBR - ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, 2000.

Características prováveis dos efluentes a serem tratados

As características físicas podem ser analisadas com as determinações de matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez.

O teor de matéria sólida é da maior importância em termos do dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento.

A remoção da matéria sólida é fonte de uma série de operações unitárias de tratamento, ainda que represente apenas cerca de 0,08% dos esgotos, sendo os restantes 99,92% composto por água. (JORDÃO, 1995).

Matéria sólida total

A matéria sólida total do esgoto pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após evaporação a 103°C. Em termos práticos, a matéria não sedimentável só será removida por processos de oxidação biológica e de coagulação seguida de sedimentação.

Temperatura

A temperatura dos esgotos é, em geral, pouco superior à das águas de abastecimento pela contribuição de despejos domésticos com águas aquecidas. Pode, no entanto, apresentar valores mais elevados se houver a contribuição de despejos industriais. Normalmente, a temperatura nos esgotos está acima da temperatura do ar, com exceção dos meses mais quentes do verão, sendo típica a faixa de 20 a 25°C.

O aumento da temperatura faz diminuir a viscosidade melhorando as condições de sedimentação. (JORDÃO, 1995). No entanto, temperaturas mais elevadas implicam na redução do O.D. nas lagoas facultativas, o que interfere no processo aeróbico, e pode levar a redução do O.D. na água do corpo receptor, dependendo da vazão do mesmo, pela relação inversa entre a solubilidade do O₂ na água e a temperatura.

Odor

Os odores característicos dos esgotos são causados pelos gases formados no processo de decomposição anaeróbica. Assim, uma atenção especial deve ser dada às unidades que mais podem contribuir para esses odores desagradáveis, como é o caso das grades na entrada da ETE, das caixas de areia, e dos adensadores de lodo (JORDÃO, 1995). A avaliação da direção predominante dos ventos é aspecto decisivo para se avaliar o impacto associado ao odor, considerando-se a posição relativa do empreendimento em relação à mancha urbana.

Cor e a turbidez

A cor e a turbidez indicam de imediato, e de forma aproximada, o estado de decomposição do esgoto, ou sua "condição". A tonalidade acinzentada é típica do esgoto fresco. A cor preta é típica do esgoto velho, com uma decomposição parcial.

A turbidez não é usada como forma de controle do esgoto bruto, mas é indicador de eficiência do tratamento secundário, uma vez que pode ser relacionada à concentração de sólidos em suspensão (JORDÃO, 1995).

Quanto às **características químicas**, podemos separar as diversas substâncias presentes nos esgotos domésticos em dois grandes grupos:

Matérias orgânicas

O grupo das substâncias orgânicas nos esgotos é constituído principalmente por compostos de proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gorduras e óleos (10%) e uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas (JORDÃO, 1995).

Matérias inorgânicas

O grupo das matérias inorgânicas contidas nos esgotos é formado, principalmente, por areia e substâncias minerais dissolvidas. A areia é proveniente das águas de lavagem das ruas e de águas de subsolo que chegam às galerias de modo indevido ou que se infiltram através das juntas das canalizações.

Com relação às **características bacteriológicas**, os principais grupos de microorganismos importantes para os processos de tratamento, são aqueles envolvidos diretamente nos processos biológicos de depuração, os indicadores de poluição e especialmente os patógenos, capazes de transmitir doenças por veiculação hídrica. São encontrados nos esgotos: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas.

Diagnóstico ambiental da área de implantação

Compatibilidade com a legislação incidente

O empreendimento é compatível com todos os parâmetros da legislação incidente, desde o Decreto Lei 8468/76, que regulamentou a Lei 997/76, até a Resolução CONAMA 20/86 em relação aos parâmetros de qualidade, licenciamento e manuseio de resíduos que liberam gases e alteram a qualidade da água, bem como com aqueles referentes aos corpos receptores, previstos pelo Decreto Estadual 10.755/77 e a Resolução CONAMA 20/86, que faz a classificação da água de acordo com seus

usos preponderantes.

Área de implantação

A região é isolada, desabitada, com vegetação nativa quase que totalmente substituída por pastagens para a criação de gado leiteiro e de corte, com algumas pequenas propriedades nas quais se realizam uma agricultura de subsistência (milho, café). De acordo com a Casa da Agricultura de Adamantina, e com base nas visitas ao local do empreendimento, conclui-se que a área de influência direta apresenta disponibilidade de área para futura ampliação da ETE – Oeste.

Na microbacia do ribeirão dos Ranchos existem 137 propriedades agrícolas e cerca de 170 produtores rurais, entre proprietários, arrendatários e parceiros, em uma área de 1.640 hectares. O solo é degradado, arenoso, de baixa produtividade, muito susceptível a erosões, associadas à movimentação de terras, sendo importante dar especial atenção às ações de prevenção, como bolsões de captação, terraceamento, perenização de estradas vicinais com elevação dos leitos.

Aspectos demográficos

A Tabela 6 sintetiza a evolução populacional de Adamantina.

Tabela 6: A evolução da população do município de Adamantina

Ano	1970	1980	1990	1996	2000	2001
População Urbana (hab)	21.951	24.254	27.662	29.780	30.342	31.227
População Rural (hab)	9.847	7.790	4.429	2.986	3.128	2.932
População Total (hab)	31.798	32.044	32.091	32.766	33.470	34.159
Fonte: IBGE, 1986 em LBR-ENGENHARIA & CONSULTORIA LTDA, 2000.						

Descrição geológica e geotécnica da área de influência direta

Em relação à tipologia de solos ocorrem o Argisolo Vermelho Amarelo (PVA5), com variação para Litosolo, com rochas a pouca profundidade. Geomorfologicamente, a área pertence ao Planalto Ocidental. Os Argisolos são solos maduros, pouco profundos, não favoráveis para culturas anuais. Apresentam caracteristicamente um horizonte B textural pouco permeável (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA, 1999) determinando o fenômeno de iluviação, com arraste de argilas e favorecimento ao desenvolvimento das voçorocas.

Informações climáticas

A região é de clima quente, com invernos secos e verões chuvosos. A temperatura média anual é de 22° C, variando de 25° C no mês mais quente a 19° C no mês mais frio. A média pluviométrica é de 1.120 a 1.300 mm. Os ventos predominantes são os do quadrante NE.

Características da fauna e da flora

A vegetação natural na área de influencia é quase inexistente, em região de Cerrado, que teve sua vegetação substituída por pastagens para a criação de gado leiteiro e de corte. Alguns poucos exem-

plares restantes foram identificados: Perobas (*Aspidosperma parvifolium* e *Aspidosperma subincanum*)¹, Angicos (*Albizia polycephala* e *Anadenanthera macrocarpa*), Ipês (*Tabebuia alba*, *Tabebuia ochracea*), Aroeira (*Lithraea molleoides*) e Goiabeiras (*Psidium guajava*).

Na fauna terrestre registra-se a presença de pardais (*Passer do-mesticus*), coelhos (*Oryctolagus cuniculus*), capivaras (*Hydrochaeris hydrochaeris*), João-de-barro (*Furnarius rufus*), coruja-buraqueira (*Speoto cunicularia*), pomba-doméstica (*Columba livia*), Quero-quero (*Vanellus chilensis*). A fauna aquática, devido ao alto grau de poluição do córrego Tocantins, está ausente em todo o trecho que corresponde ao município de Adamantina.

Não há evidências de sítios arqueológicos na área afetada pelo empreendimento ou nesta região.

Identificação dos impactos ambientais

De acordo com Pasqualetto (2003), os impactos podem ser classificados como positivos, aqueles que favorecem o meio ambiente e podem ser potencializados, e negativos, aqueles que exigem medidas mitigadoras para que se reduzam os seus danos ao meio ambiente.

Neste estudo, utilizou-se o método “GUT” para priorizar os impactos ambientais segundo os critérios de Gravidade, Urgência e Tendência (Tabela 7). A tabela 8 aponta as atividades e seus aspectos ambientais em uma ETE. Cada unidade do Sistema Operacional da Estação de Tratamento de Esgoto ETE - Oeste foi avaliada e as atividades relacionadas em ordem decrescente de importância (Tabela 9).

Tabela 7: A priorização dos impactos ambientais pelo método “GUT”.

NOTA	GRAVIDADE (SEVERIDADE)	URGÊNCIA (RISCOS)	TENDÊNCIA (PROBABILIDADE)	G*U*T
3	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves, comprometendo a integridade física, saúde e a própria vida das pessoas, bem como a capacidade operacional da organização.	Representa riscos de altos custos para a correção do impacto ambiental e imagem extremamente danificada da organização.	Representa alta Probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. É esperado que ocorra ao menos uma vez durante a vida útil das instalações.	27
2	Os prejuízos são muito graves, implicando em problemas para as políticas da organização e o atendimento dos objetivos e metas.	Representa riscos de moderados custos para correção do impacto ambiental e imagem muito danificada da organização	Representa moderada probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. É provável que ocorra ao menos uma vez durante a vida útil das instalações.	8
1	Os prejuízos são graves, porém não impedem o atendimento dos objetivos e metas da organização e não representam o descumprimento das suas políticas.	Representa riscos de pequenos custos para correção do impacto ambiental e pequeno dano à imagem da organização.	Representa pequena ou remota probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. É improvável que ocorra ao menos uma vez durante a vida útil das instalações	1

Tabela 8 - Atividades e aspectos ambientais em uma ETE.

UNIDADES	ATIVIDADES	ASPECTOS AMBIENTAIS
GRADEAMENTO	Gradeamento, remoção e transporte para caixa de detritos dos resíduos sólidos grosseiros.	Geração de resíduos sólidos grosseiros Exalação de odores Risco de contato do operador com os patógenos Risco de derramar sobre o solo os resíduos sólidos grosseiros Acondicionamento dos resíduos
CAIXA DE AREIA	Remoção e transporte para a caixa de detritos dos resíduos finos (areia)	Exalação de odores Risco de derramar sobre o solo areias e espuma Acondicionamento dos resíduos em recipientes
CAIXA DE DETRITOS	Armazenamento e transporte dos resíduos sólidos grosseiros, areia e espuma.	Exalação de odores Risco de derramar os resíduos sobre o solo Retirada da espuma Risco de derramar sobre o solo o húmus na interface talude e lâmina líquida Vegetação nos taludes
CAIXA DISSIPADORA DE ODORES	Oxidação de gases	Risco de o efluente atingir o corpo hídrico Redução da eficiência da remoção de patógenos Exalação de odores
LAGOAS FACULTATIVAS E DE MATURAÇÃO	Redução da carga orgânica Produção de espuma	Risco de o efluente atingir o corpo hídrico Exalação de odores
CASA DE CONTROLE	Resíduos líquidos – amostras de efluentes Resíduos sólidos – amostras do lodo	Risco de derramar amostras durante os exames laboratoriais

¹ Nomenclatura científica das plantas foi extraída do Site POLMIT, e a nomenclatura científica dos animais do livro STORER, I, T et al. (2002).

Tabela 9: Priorização dos impactos ambientais da Estação de Tratamento de Esgoto ETE – Oeste - Adamantina

IMPACTOS AMBIENTAIS	G	U	T	NOTA	PRIORIDADE
Contaminação do solo pelos resíduos sólidos, escumas, afluentes e/ou efluentes e disposição de lodo	3	3	3	27	1
Contaminação do lençol freático e/ou corpo hídrico superficial	3	3	2	18	2
Contaminação do ar por emissões gasosas	1	2	2	4	3
Incêndios de pequenas proporções	3	1	1	3	4
Doenças de veiculação hídrica pela presença de patógenos	1	1	2	2	5

O gradeamento, a caixa de areia, a caixa de detritos e espuma, fazem parte do processo físico da ETE e têm em comum os resíduos sólidos contaminados por patógenos, a exalação de odores e riscos de contaminação do solo. A importância reside na proteção das demais unidades do sistema.

As lagoas facultativas, lagoas de maturação e caixa dissipadora de odores compõem o processo biológico, baseado na ação biológica das bactérias aeróbias e anaeróbias, formando-se material estabilizado quimicamente que se deposita no fundo do reator constituindo uma camada de lodo. O monitoramento é feito através da altura da camada de lodo, estimando-se a quantidade de lodo depositado no fundo das lagoas. Os gases coletados serão direcionados para a caixa dissipadora de odores e ao passarem pela camada de folhas verdes formam um substrato de húmus vegetal, que poderá ser utilizado para jardinagem.

A redução da carga orgânica nas lagoas anaeróbias é realizada pelas bactérias anaeróbias existentes no próprio esgoto, as quais depuram o efluente preparando-o para a próxima fase nas lagoas facultativas, onde se dá a remoção dos patógenos, a retirada dos coliformes: a esterilização dos esgotos. Após passar pela seqüência de lagoas os esgotos tratados serão lançados no corpo receptor, o ribeirão dos Ranchos.

Na Figura 12 apresenta-se a matriz de interação de atividades, aspectos e fatores ambientais, sendo listadas na 1ª coluna as principais atividades/aspectos durante a operação da ETE e nas linhas são colocados os fatores dos meios físico, biótico e antrópico (PASQUALETTO *et al.*, 2003).

Matriz de interação de atividades, aspectos e impactos ambientais na ETE - Sub-Bacia do Córrego Tocantins

FATORES AMBIENTAIS	MEIO FÍSICO						MEIO BIÓTICO						MEIO ANTRÓPICO										
	ÁGUA		AR		SOLO		ESPÉCIES E POPULAÇÃO			HABITAT E COMUNIDADES			ATIV. ECON.	POPULAÇÃO	SAÚDE		USO DO SOLO	USO DA ÁGUA					
	ALTERAÇÃO DA QUALIDADE	INTERFERÊNCIAS EM DRENAGENS	IN VEL DE RUIDOS	MATERIAL PARTICULADO	EMIÇÃO DE GASES	EROSIBILIDADE / GEOTECNIA	EQUANTIDADE	QUALIDADE	FAUNA TERRESTRE E ALADA	FAUNA AQUÁTICA	FLORA TERRESTRE	FLORA AQUÁTICA	FAUNA TERRESTRE E ALADA	FAUNA AQUÁTICA	FLORA TERRESTRE	FLORA AQUÁTICA	ALTERAÇÃO NO VALOR DA TERRA	MELHORIA NA QUALIDADE DE VIDA	MELHORIA DE INDICADORES ACIDENTES DE TRABALHO	RESÍDUOS	INTERFERÊNCIAS	CONFLITO DE USO	
ASPECTOS / ATIVIDADES																							
Gradeamento de sólidos grosseiros	x				•			x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	•	•		x
Remoção de areia	x		•		•				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		•	•		x
Remoção de espuma - gordura	x								x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x
Armazenamento de sólidos grosseiros, areia e espuma		x			•			x	•			•				•	x		•	•			
Transporte de sólidos grosseiros, areia e espuma					•			•											•	•			
Produção de gases					•											•	•		•	•			
Descarte e secagem do lodo estabilizado	x	•			x			x												•			
Produção de vegetação nos taludes									•										•	•		•	
Possibilidade de diminuição da eficiência da remoção de carga orgânica	•				•				•			•		•		•							•
Possibilidade de diminuição da eficiência da remoção de patógenos	•								•			•		•		•							•
Erosão nos taludes						•	•			•		•		•		•							•
Resíduos líquidos e amostra de efluentes	x				x											x	x			x			x
Resíduos sólidos - amostra de lodo	•							•											•	•			
Cinturão verde	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x								x	x

CARACTERÍSTICAS DE VALOR

POSITIVO	x
NEGATIVO	•

Na matriz de interação predominam os impactos negativos, mas estes são mitigáveis, isto é, os efeitos negativos podem cessar ou serem minimizados simplesmente com medidas preventivas nas atividades e manutenção adequada dos equipamentos, enquanto os impactos positivos são permanentes e podem ser potencializados com o monitoramento constante da estação de tratamento quando em operação.

A remoção da matéria orgânica e a coleta dos sólidos grosseiros para a caixa de detritos repercutem positivamente no meio físico, biótico e antrópico recuperando, ainda que não totalmente, a qualidade da água, favorecendo a restauração do equilíbrio entre o meio físico e a biocenose, a melhoria da qualidade de vida pela redução dos riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica e reduzindo o conflito de uso das águas. A interação negativa ocorre com a exalação de odores e provável contaminação do solo no caso de ocorrerem falhas operacionais, o que pode trazer prejuízos ao meio biótico e antrópico.

Assim como a remoção e armazenamento de sólidos grosseiros, a remoção de areia repercute positivamente na qualidade da água devolvida ao corpo receptor.

O meio físico é alterado negativamente pela emissão de gases e pelos níveis de ruído, decorrentes do funcionamento da estação de tratamento de esgotos.

O transporte dos resíduos sólidos grosseiros, areia e espuma, e a produção de gases, é uma das principais características negativas, com influência sobre o meio físico e antrópico. A coleta e a oxidação dos gases liberados tem impacto positivo, à medida que preserva a qualidade do ar e do solo local, minimizando o incômodo dos odores.

A remoção e armazenamento de espuma tem efeito positivo na qualidade da água do corpo receptor. A possibilidade de diminuição da eficiência da remoção de carga orgânica e patógenos, em decorrência de sobrecarga ou pela baixa eficiência das unidades componentes da estação, têm consequências negativas, interferindo no meio físico, alterando a qualidade da água, com reflexos nos meios biótico e antrópico (PASQUALETTO *et al.*, 2003).

A síntese da avaliação dos impactos e medidas ambientais da ETE - Oeste encontram-se na Tabela 10, bem como os atributos das medidas ambientais, como a natureza (preventiva ou corretiva), a fase de adoção (projeto, implantação ou operação), a permanência (curta, média ou longa), a implementação (pelo empreendedor, poder público ou outros) e o prognóstico da área (melhoria, comprometimento moderado ou comprometimento acentuado).

Tabela 10: Síntese da Avaliação dos Impactos e Medidas Ambientais da ETE-Oeste na Sub-bacia do Córrego Tocantins.

ATIVIDADES	IMPACTOS	MEDIDAS AMBIENTAIS
Remoção e coleta dos sólidos grosseiros	Alteração da qualidade de água, do ar e do solo; proliferação de insetos; exalação de odores	Monitoramento constante do sistema; acondicionamento em recipientes fechados para evitar a proliferação de insetos e exalação de odores
Remoção de areia	Produção de ruídos do air lifting; exalação de odores	Operar os equipamentos com abrigo fechado e durante o dia; canalização dos gases para a caixa dissipadora de odores
Remoção de espuma	Concentração de espuma; exalação de odores	Acondicionamento em recipientes fechados para evitar proliferação de insetos e exalação de odores
Armazenamento dos resíduos sólidos grosseiros, areia e espuma	Proliferação de insetos; exalação de odores	Acondicionamento em recipientes fechados para evitar proliferação de insetos e exalação de odores
Transporte dos resíduos sólidos grosseiros, areia e espumas	Alteração da qualidade da água, do ar e do solo; proliferação de insetos; exalação de odores	Acondicionamento em recipientes fechados para evitar proliferação de insetos e exalação de odores
Produção de gases		Monitoramento constante do sistema; acondicionamento em recipientes fechados para evitar a proliferação de insetos e exalação de odores
Descarte e secagem do lodo estabilizado	Concentração do lodo	Fazer o reaproveitamento do lodo
Produção de vegetação nos taludes	Proliferação de insetos	Controle constante dos operadores através de capinas
Possibilidade de diminuição da eficácia de remoção de carga orgânica	Exalação de odores	Controlar a vazão de chegada e monitoramento para verificar eficiência das unidades anteriores
Possibilidade de diminuição da eficácia da remoção de patógenos	Alteração da qualidade da água	Controlar a vazão de chegada e monitoramento para verificar eficiência das unidades anteriores
Erosão dos taludes	Alteração da qualidade da água	Acompanhamento das condições do talude e sua camada vegetal
Resíduos sólidos - amostra de lodo	Acidentes na ETE	Implantar CIPA com equipe treinada para emergências
Cinturão verde	Redução do odor, controle de erosões	Monitoramento constante da vegetação plantada

Medidas mitigadoras

O monitoramento constante do sistema de gradeamento e coleta dos resíduos sólidos grosseiros e finos e da remoção da espuma fará com que sejam reduzidas as alterações com relação à qualidade da água, do ar e do solo. O acondicionamento desses resíduos em recipientes fechados, por curtos espaços de tempo, evita a proliferação de insetos e exalação de odores.

O lodo estabilizado poderia ser utilizado na agricultura, numa parceria entre a SABESP e os produtores rurais, como forma de se obter "resíduo zero". O substrato gerado na caixa dissipadora de odores pode ser encaminhado para uso em jardinagem.

A vazão afluyente deve ser monitorada para se evitar a sobrecarga de matérias orgânicas nas lagoas, prejudicando a eficiência do processo de depuração.

A eficiência na remoção dos patogênicos deverá ser acompanhada através da realização de exames laboratoriais de rotina, a serem detalhadamente previstos no Plano de Gestão Ambiental - P. G. A. - da estação de tratamento.

Se o sistema vier a ser operado e monitorado de forma adequada, os patógenos deixam de ser motivo de preocupação, restringindo-se os principais impactos a contaminação do solo pelos resíduos sólidos, escumas, afluentes e/ou efluentes e a destinação final do lodo; e a contaminação do lençol freático e/ou corpo hídrico superficial, devendo a futura ETE impermeabilizar suas lagoas com geomembranas de polietileno de alta densidade (PEAD).

A movimentação de terra e a drenagem superficial da área de implantação e adjacências devem ser feitas com a máxima preocupação com a conservação do solo e prevenção de erosões, considerando a elevada vulnerabilidade do Argissolo predominante a esses processos. Deve-se realizar a observação preventiva cuidadosa para se evitar, durante a implantação da ETE, as possíveis interferências em obras que possam estar enterradas.

Conclusão

Na implantação da ETE Oeste os benefícios decorrentes compensam os impactos negativos, que podem ser evitados e/ou mitigados com manutenção e monitoramento adequados, sem os quais qualquer estação de tratamento terá sua efetividade reduzida. O método G.U.T. nos parece útil para avaliações de empreendimentos deste tipo, mas sugere-se sua aplicação e estudo em casos similares que nos forneçam bases para comparações.

As questões fundamentais neste caso nos parecem ser o risco de contaminações do solo, a obtenção de máxima eficiência nos processos de depuração e de remoção de patógenos, evitando-se problemas para o corpo receptor, e o máximo cuidado em relação à drenagem superficial na área de implantação, face à elevada vulnerabilidade do solo aos processos erosivos, que em situações extremas podem até mesmo potencializar os riscos de contaminação do solo e das águas.

Referências

CHARBONNEAU, J.P. et al; **Enciclopédia de Ecologia**, São Paulo, EPU, USP, 1979:479p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 1999: 412p.

JULIANO, N.; EGER, S.; BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Ambiental. Pearson Education do Brasil, 2004.

NUCCI, N.L.R. et al. **Tratamento de Esgotos Municipais por Disposição no solo e sua Aplicabilidade no Estado de São Paulo**. São Paulo, Fundação Prefeito Faria Lima, Centro de Estudos e Pesquisas Municipais, 1978.

NUVOLARI, A et al, **Tratamento de Esgoto**. São Paulo. Edgard Bucher, 2003.

PASQUALETTO, A et al. **Avaliação dos Impactos Ambientais nas Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários: ETE - Lajes, Aparecida de Goiânia – GO**. Serviço nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI e Universidade Católica de Goiás - UCG no Curso e Especialização em Gestão Ambiental, Goiás, 2003.

PROJETO EXECUTIVO DA LBR - ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. **Contrato n 20.705/00**: Projeto do Sistema de Afastamento e Tratamento de Esgotos do Município de Adamantina – Sede – Bacia Oeste – Unidade de Negócios Baixo Paranapanema- IB, Vol. 1, 2.000.

SALVADOR, N.N.B. **Avaliação de Impactos sobre a Qualidade dos Recursos Hídricos**. São Paulo, Tese (Doutorado)- São Carlos : E.E.S.C. da USP – Universidade de São Paulo, 1989. .

STORER, I, T et al. **Zoologia Geral**. São Paulo, Câmara Brasileira do Livro, Biblioteca Universitária, serie 3ª- Ciências Puras, vol. 8, 6 ed., Companhia Editora Nacional, 2002.

Na Internet:

POLMIT- **Nomenclatura das Plantas**. Disponível em <<http://www.polmit.com.br>>. Acesso em 23. jan.2005.

SANEAMENTO BASICO DO ESTADO DE SÃO PAULO -SABESP. **Tratamento de Esgotos**. Disponível em <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em 23 . jan. 2005.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE-SMA. **Resolução SMA 19, de 22 de março de 1996**: Estabelece Critério para o Licenciamento Ambiental dos Sistemas Urbanos de Esgotamento Sanitário. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br>> . Acesso em: 23.jan. 2005.

_____. **Lei Federal n 9.433, de 08 de Janeiro de 1997**: Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Disponível em <<http://www.ambiente.sp.gov.br>> . Acesso em :23.jan . 2005.

_____. **Decreto Estadual n° 8468/76**: aprova o regulamento da Lei 997, de 31 de maio 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio ambiente. Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br> > . Acesso em: 10.mar.2005.

_____. **Decreto Estadual n° 10755/77**: Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto n° 8468 de 8 de Setembro de 1976, e da outras providências correlatadas . Disponível em <http://www.ambiente.sp.gov.br> >. Acesso em: 10.mar.2005.

_____. **Resolução CONAMA n° 237/97**: Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>> . Acesso em: 10.mar.2005.