



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Tratamento de esgoto sanitário da COTEMINAS - CG

Aspectos ambientais e sanitários

Aluna: Simone Bezerra da Silva

Orientador: Adrianus Cornelius Van Haandel

Empresa: Companhia de Tecidos Norte de Minas
COTEMINAS - CG



Campina Grande - PB, outubro de 2003.



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Título do Projeto:

*“Tratamento de esgoto
sanitário da
COTEMINAS - CG

Aspectos
ambientais e sanitários”*

Aluna: Simone Bezerra da Silva.
Simone Bezerra da Silva

Orientador: 
Adrianus Cornelius Van Haandel

ÍNDICE

Agradecimentos.....	2
Apresentação.....	3
1.0 – Introdução.....	4
2.0 – Objetivos.....	6
3.0 – Revisão da Literatura.....	7
3.1 - Situação atual do Brasil quanto ao Tratamento do Esgoto.....	7
3.2 – Aspectos das águas residuárias.....	7
3.2.1 – Definição e Composição.....	7
3.2.2 – Características das águas residuárias.....	9
3.2.2.1 - Características físicas.....	9
3.2.2.2 - Características Químicas.....	10
3.2.2.3 - Características Biológicas.....	10
3.3 – Tratamento dos esgotos.....	11
3.3.1 - Reator UASB.....	11
3.3.2 – Lagoas de Estabilização.....	14
3.3.2.1 – Vantagens e desvantagens.....	15
3.3.2.2 – Classificação das Lagoas de Estabilização.....	16
3.3.2.2.1 – Lagoas Facultativas.....	16
3.3.2.2.2 – Lagoas Anaeróbias.....	17
3.3.2.2.3 – Lagoas de Maturação.....	18
3.3.2.3 – Eficiência das Lagoas de Estabilização.....	19
3.3.2.3.1 – Remoção de matéria orgânica.....	19
3.3.2.3.2 – Remoção de nutrientes.....	19
3.3.2.3.3 – Remoção de patógenos.....	20
3.3.2.4 – A influência da sazonalidade em lagoas de estabilização.....	20
4.0 – Material e Métodos.....	22
4.1 – Histórico do grupo COTEMINAS.....	22
4.2 – O complexo industrial COTEMINAS – CG.....	22
4.3 - Descrição do local a ser estudado.....	23
4.3.1 – Descrição do sistema de tratamento de esgotos.....	23
4.4 – Pontos de coleta, período e frequência de coleta.....	26
4.5 – Procedimento de coleta e acondicionamento das amostras.....	26
4.6 – Parâmetros físico, químicos e microbiológicos.....	27
5.0 – Apresentação e discussão dos resultados.....	28
6.0- Conclusões.....	35
7.0 – Referências Bibliográficas.....	36

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter iluminado todo o meu caminho.

Aos meus pais Sebastiana da Costa Bezerra e Silva e José Costa da Silva por todo amor e dedicação durante o tempo que aqui estive, e, por entenderem os motivos que me levaram muitas vezes a não dá a devida atenção a eles.

Aos professores que tanto colaboraram para o meu aprendizado. E em especial ao meu orientador professor Adrianus Cornelius Van Haandel pela orientação e oportunidade de estágio. A Professora Paula Frassinetti Feitosa Cavalcanti, pela ajuda e indicação.

A equipe do PROSAB – Campina Grande pela prestatividade e disposição de sempre ajudar

A Empresa COTEMINAS – CG na pessoa de Ermírio Leite, pela oportunidade de estágio.

Aos amigos que permaneceram sempre ao meu lado.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta e indireta em mais uma fase da minha trajetória profissional.

Apresentação

O presente relatório refere-se ao estágio supervisionado, realizado na Empresa COTEMINAS - CG – Companhia de Tecidos do Norte de Minas, situada à BR230 – Alça Sudoeste s/n – Distrito Industrial do Ligeiro em Campina Grande - PB.

As atividades foram desenvolvidas através do monitoramento de uma Estação de Tratamento de Esgotos localizada nas dependências da Empresa, composta de uma caixa para remoção de areia e sólidos grosseiros, um reator híbrido Tanque Séptico/UASB - reator anaeróbio de fluxo ascendente e uma lagoa de polimento, destinada ao tratamento do esgoto sanitário da empresa. O funcionamento do sistema teve início em 05 de outubro de 2003.

1.0 – Introdução

O aumento do consumo de água e conseqüentemente o aumento da produção de esgoto, ocasionado pelo crescimento da população urbana, têm conseqüências imediatas e drásticas sobre o ambiente e mais precisamente nos corpos receptores.

O lançamento descontrolado de matéria orgânica, gerada pelas atividades humanas industriais, principalmente esgotos domésticos (ricos em compostos nitrogenados e fosfatados) provocam a eutrofização do corpo receptor. Defini-se eutrofização como o enriquecimento da água por matéria orgânica e nutrientes inorgânicos, que provocam o crescimento excessivo de organismos autótrofos (algas e macrófitas), que alteram as características da água, e provocam degradação de suas características estéticas (BRANCO, 1986; ESTEVES, 1998).

Os corpos aquáticos ao receberem uma determinada carga poluidora, iniciam um processo natural da autodepuração que envolve fenômenos físicos, químicos e biológicos diversos no sentido de reduzir a carga poluente, tendo uma atividade incessante de recuperação das características anteriores. Com o intuito reduzir os impactos nos corpos receptores se faz necessário o tratamento dos esgotos dos resíduos líquidos de toda e qualquer atividade humana, haja vista que estes contêm inúmeros componentes orgânicos (material fecal humano e de animais, urina, celulose, sangue etc) e inorgânicos (sais minerais, fertilizantes, produtos químicos diversos, etc) além de substâncias tóxicas dissolvidas e outros tipos de componentes, como os organismos patogênicos (bactérias, vírus, helmintos, protozoários, etc) que estão em concentrações elevadas no esgoto, contaminando a água e trazendo conseqüências indesejáveis para saúde pública.

O tratamento do esgoto de qualquer origem tem o objetivo de remover os componentes indesejáveis como material sólido, matéria orgânica (expressa como DBO, DQO) e inorgânica (compostos de nitrogênio e fósforo) e patogênicos para que ao serem lançados no corpo receptor não causem impactos severos. Dentre os tipos de sistemas de tratamento biológicos de esgotos, os mais adequados para Brasil, e particularmente para o Nordeste são as lagoas de estabilização e a digestão anaeróbia, devido ao clima da região onde as elevadas insolações e temperaturas favorecem o desenvolvimento dos microrganismos envolvidos no processo, além da disponibilidade ampla de terreno a baixo custo para a sua construção.

A grande maioria destes sistemas utiliza os reatores UASB – reatores anaeróbios de fluxo ascendente, como unidade anaeróbia devido à alta eficiência de remoção de matéria orgânica alcançada (da ordem de 70%), em curtos tempos de detenção e por ser um sistema compacto de baixos custos de implantação e operação.

Diante deste contexto, o presente relatório propõe avaliar um sistema de tratamento de esgotos, no qual, ocorre a associação de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) seguido por uma lagoa de polimento frente à qualidade sanitária, as concentrações de matéria orgânica e outros parâmetros complementares e se os resultados satisfazem o CONAMA 20 e a Organização Mundial de Saúde

2.0 – Objetivos

O estágio supervisionado tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de tratamento dos esgotos gerados na COTEMINAS. O sistema de tratamento se compõe basicamente de três unidades:

- ❖ Pré-tratamento mecânico para a remoção de areia e sólidos grosseiros;
- ❖ Tratamento anaeróbico em um reator híbrido Tanque Séptico/UASB;
- ❖ Pós-tratamento numa lagoa de polimento.

O objetivo do tratamento é produzir um efluente que tenha características compatíveis com as normas da organização mundial de saúde (OMS) e as imposições da SUDEMA, avaliando-se o seu uso para irrigação dos campos plantados na fábrica (uso paisagístico).

3.0 – Revisão da Literatura

3.1 - Situação atual do Brasil quanto ao Tratamento do Esgoto

O Brasil tem 15% da água doce do mundo, 53% da reserva da América do Sul e dois terços do manancial subterrâneo dos países do Mercosul. Dos 70% que possuem residências no Brasil, de acordo com o IBGE, um quarto não conta com água potável e quase metade não têm serviço de esgoto.

Apenas 6% dos esgotos são tratados no Brasil, mais de 90% são lançados nos rios, nos solos e nos mares. A falta de água potável e de saneamento é causa de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares no Brasil, implicando gastos de US\$ 2,5 bilhões, de acordo com a Organização Mundial da Saúde.

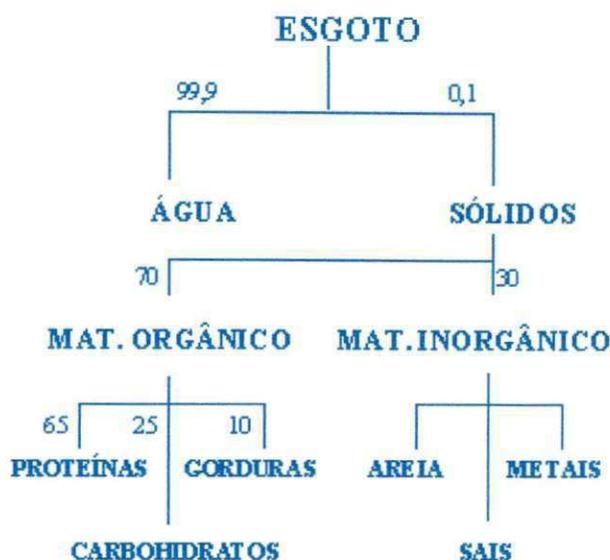
Diante das inúmeras doenças infecto-contagiosas transmitidas pela água, enchentes nas grandes cidades, resíduos sólidos diversos dispostos em locais inadequados, o Brasil apresenta-se como um país onde os investimentos em saneamento básico são escassos. Dados revelados pelo IBGE (REVISTA ISTO É, 03/04/2002), apontam que 47,8% dos municípios brasileiros não têm serviço de esgotamento sanitário com um total de brasileiros produzindo todos os dias 14,5 milhões de metros cúbicos de esgoto. O mesmo levantamento de dados demonstrou que em alguns municípios houve uma melhora nas condições do saneamento básico quando se comparam dados atuais com os de dez anos atrás, apesar da falta de saneamento ser comum nas comunidades pobres do interior do país, sendo também um problema a ser solucionado mesmo nas grandes cidades.

3.2 – Aspectos das águas residuárias

3.2.1 – Definição e Composição

Defini-se Águas Residuárias ou Esgotos Sanitários são os despejos provenientes das diversas modalidades do uso de uma comunidade e da origem das águas, tais como as de uso doméstico, comercial, industrial, as de utilidades públicas, de áreas agrícolas, de superfície, de infiltração, pluviais, e outros efluentes sanitários.

A **Figura 3.1** ilustra a composição do esgoto:



Fonte: Tebbutt (1970) *apud* Mara (1976)

Figura 3.1 - Composição do Esgoto (%)

De acordo com METCALFY & EDDY (1991) a Tabela 3.1 representa a composição típica de águas residuárias:

Tabela 3.1: Composição típica de águas residuárias

Contaminantes	Unidades	Concentrações		
		Fraco	Médio	Forte
ST	mg/L	350	720	1200
SS	mg/L	100	220	350
STF	mg/L	20	55	75
STV	mg/L	80	165	275
DBO	mgO ₂ /L	110	220	400
DQO	mgO ₂ /L	250	500	1000
P	mgP/L	4	8	15
P – orgânico	mgP/L	1	3	5
P - inorgânico	mgP/L	3	5	10
Coliformes Totais	N°/100ml	10 ⁶ - 10 ⁷	10 ⁷ - 10 ⁸	10 ⁸ - 10 ⁹

Nota: ST – Sólidos Totais, SS – Sólidos Suspensos, STF – Sólidos Totais Fixos, STV – Sólidos Totais Voláteis, DBO₅^{20°} – Demanda Química de Oxigênio, DQO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, P – Fósforo.

Características dos contaminantes das águas residuárias:

- Sólidos Suspensos: Pode sedimenta-se e desenvolver um depósito de lama e assim ocorrer condições anaeróbias quando águas residuárias são descarregadas no meio aquático.
- Matéria Orgânica Biodegradável: Compostos principalmente de proteínas, carboidratos e gorduras, são expressos em termos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). Se

descarregada no meio, sua estabilização biologicamente pode se desenvolver com a depreciação de oxigênio natural resultando assim no desenvolvimento de condições sépticas.

- **Patogênicos:** Comumente doenças são transmitidas por patogênicos presentes em águas residuárias. Os indicadores mais importantes da presença de organismos patogênicos são: (1) coliformes fecais e (2) ovos de helmintos.
- **Nutrientes:** Tanto nitrogênio como fósforo acompanhado de carbono são nutrientes essenciais para o crescimento. Quando lançados no meio aquático, esses nutrientes podem ocasionar um indesejável crescimento da vida aquática.

3.2.2 – Características das águas residuárias

3.2.2.1 - Características físicas

1. Matéria sólida

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 (a água compõe os restantes 99,2%).

2. Temperatura

A temperatura dos esgotos é, em geral, pouco superior á das águas de abastecimento (pela contribuição de despejos domésticos que tiveram as águas aquecidas). A temperatura de esgoto se mantém essencialmente constante nas regiões tropicais, variando pouco em regiões de clima moderado onde a temperatura ambiental sofre maiores flutuações anuais.

3. Odor

Os odores característicos dos esgotos são causados pelos gases formados no processo de decomposição.

- ❖ Odor de mofo, razoavelmente suportável, típico do esgoto fresco;
- ❖ Odor de ovo podre, “insuportável”, típico de esgoto velho ou séptico, que ocorre devido à formação de gás sulfídrico proveniente da decomposição do lodo contido nos despejos; e

- ❖ Odores variados de produtos podres, como de repolho, legumes, peixes, podres; de matéria fecal; de produtos rançosos; de acordo com a predominância de produtos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgânicos, etc.

4. Cor e Turbidez

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

A turbidez caracteriza a eficiência do tratamento secundário, uma vez que pode ser relacionada à concentração de coloides.

3.2.2.2 - Características Químicas

Baseado na origem dos esgotos se classificam as características químicas em: matéria orgânica e matéria inorgânica.

Cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio são de origem orgânica compostos por:

- Compostos de proteínas (40 a 60%);
- Carboidratos (25 a 50%);
- Gordura e óleos (10%); e
- Uréia, surfatantes, fenóis, pesticidas (típicos de despejos industriais, em quantidade), etc.

A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada, principalmente, pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas. A areia é proveniente de águas de lavagem de ruas e de águas do subsolo, que chegam às galerias de modo indevido ou que se infiltram através das juntas das canalizações.

3.2.2.3 - Características Biológicas

Os principais organismos encontrados nos rios e nos esgotos são: as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus, as algas e os grupos de plantas e de animais.

As bactérias constituirão talvez o elemento mais importante deste grupo de organismos, responsáveis que são pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, tanto na natureza como nas unidades de tratamento biológico.

As algas não interferem diretamente nas unidades convencionais de tratamento, salvo nas lagoas de estabilização onde desempenha um papel importante na oxidação aeróbia e na redução fotossintética das lagoas. No entanto as algas se desenvolvem com o lançamento de efluentes de estações de tratamento, ricos em nutrientes (nitratos e fosfatos), chegando mesmo a ser um fator indesejado quando o crescimento se dá em demasia, e podem interferir com o uso da água.

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar, no entanto, a poluição de origem humana e para medir a grandeza desta contribuição, usa-se adotar os organismos do grupo coliforme como indicadores (JORDÃO & PESSÔA, 1995).

3.3 – Tratamento dos esgotos

3.3.1 - Reator UASB

O reator UASB (up-flow anaerobic sludge blanket) que no Brasil inicialmente foi nomeado como digestor anaeróbio de fluxo ascendente (DAFA), também denominado reator de manta de lodo, representa um considerável avanço no campo do tratamento através a utilização de processos anaeróbios. Na realidade pode ser considerado como uma configuração otimizada do processo anaeróbio anteriormente utilizado como por exemplo o filtro anaeróbio de fluxo ascendente.

Esta nova concepção foi desenvolvida a partir das pesquisas do Prof Gatzke Lettinga e sua equipe de colaboradores, na Universidade de Wageningen, na Holanda, na década de 70, após intensos e criteriosos estudos.

Na década de 80, esta modalidade de reator surgiu em nosso país e passou a ser matéria objeto de trabalhos técnicos apresentados em congressos e outros eventos do setor. Atualmente, estima-se que mais de 300 unidades estejam em regime normal de operação em todo o território nacional, sob diversificadas configurações com ou sem pós-tratamento. O maior número de instalações encontram-se nos Estados do Paraná e de Minas Gerais. A utilização dos reatores

UASB no país tem sido apoiada no programa de pesquisas do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico), financiado por diversas Instituições públicas.

O reator UASB funciona segundo um fluxo ascendente, durante o tempo de retenção do efluente, o mesmo atravessa uma camada de lodo com características especiais, formada de flocos de elevada atividade biológica que promovem uma ação de remoção de poluentes, especialmente carga orgânica. Esta camada é denominada manta de lodo. Abaixo desta camada situa-se uma camada de lodo comum. Periodicamente parte de lodo (lodo em excesso) é removida. Acima se forma uma camada de líquido e finalmente na parte superior concentra-se o gás formado durante a depuração, resultante da atividade metanogênica.

O reator UASB apresenta as seguintes vantagens:

- baixo custo de implantação e operação;
- eficiência satisfatória de remoção de DBO e DQO;
- consumo de energia elétrica nulo;
- boa desidratabilidade do lodo;
- área necessária relativamente reduzida;
- produção de gás utilizável como combustível.

Atualmente a experiência tanto a nível nacional quanto internacional, demonstrou que estas unidades desde que adequadamente dimensionadas podem tratar tanto esgotos domésticos quanto uma grande variedade de despejos industriais. Da mesma forma, em termos quantitativos, podem atender uma ampla faixa de vazões de projeto.

O projeto é razoavelmente simples e os critérios de dimensionamento já se encontram estabelecidos e claramente definidos. Fundamentalmente o dimensionamento pode ser feito segundo duas diretrizes básicas. No caso de efluentes de baixa concentração, a carga orgânica não é fator limitante, devendo o tempo de detenção hidráulica ser considerado prioritariamente.

Em se cogitando de eficiências relativas aos principais parâmetros de qualidade do efluente final, a experiência tem demonstrado que podem ser esperadas aproximadamente as seguintes eficiências: DQO = 67%, DBO = 70% e SS = 71%

Tendo em vista as eficiências de remoção, verifica-se que quanto à demanda bioquímica de oxigênio, a eficiência provável de ser obtida, embora elevada em termos de processo anaeróbio, não é entretanto satisfatória para gerar um efluente

tratado de qualidade compatível para lançamento final em um corpo receptor hídrico, em conformidade com a maioria das legislações de proteção aos recursos hídricos, vigentes no País. Assim sendo torna-se necessário, prever uma unidade de pós-tratamento. Para tal finalidade, inúmeras alternativas são tecnicamente viáveis, entretanto para fins do presente texto consideramos apenas duas, por serem, segundo a nossa avaliação, as mais adequadas para as condições do país e particularmente para o problema especificamente abordado no presente texto. Estas duas alternativas são respectivamente:

- lagoa de polimento;
- filtro anaeróbio de fluxo ascendente.

A adoção de uma outra alternativa seria determinada pelo porte da vazão a ser tratada e pela área disponível para implantação do tratamento. Em situações de exigüidade de área disponível seria, a priori, cogitada a adoção de um filtro anaeróbio, enquanto no caso de disponibilidade de área e algumas outras condicionantes, seria cogitado o emprego de lagoa de polimento. Entretanto cada caso deverá ser cuidadosamente avaliado.

As duas alternativas pré-selecionadas apresentam-se, sob o ponto de vista de operação, extremamente favoráveis, considerando-se que a associação reator UASB com filtro anaeróbio necessitam, em condições normais, de apenas 2 procedimentos principais de operação que se resumem no descarte periódico de lodo em excesso do reator e na limpeza periódica do meio filtrante na unidade de pós-tratamento. Na outra alternativa em que o pós-tratamento é feito por intermédio de uma lagoa de polimento, a operação é tanto ou mais simples, conforme largamente reconhecido pelos profissionais que atuam na área de operação de unidades de tratamento de esgotos.

Qualquer uma das duas alternativas deverá incluir um dispositivo de tratamento preliminar, constituído, nas estações de pequeno porte, por uma grade de barras e uma caixa de areia, adequadamente dimensionado, sendo recomendado também à instalação de um dispositivo para a medição da vazão afluente.

A seguir estão apresentados os fluxogramas típicos das duas alternativas.

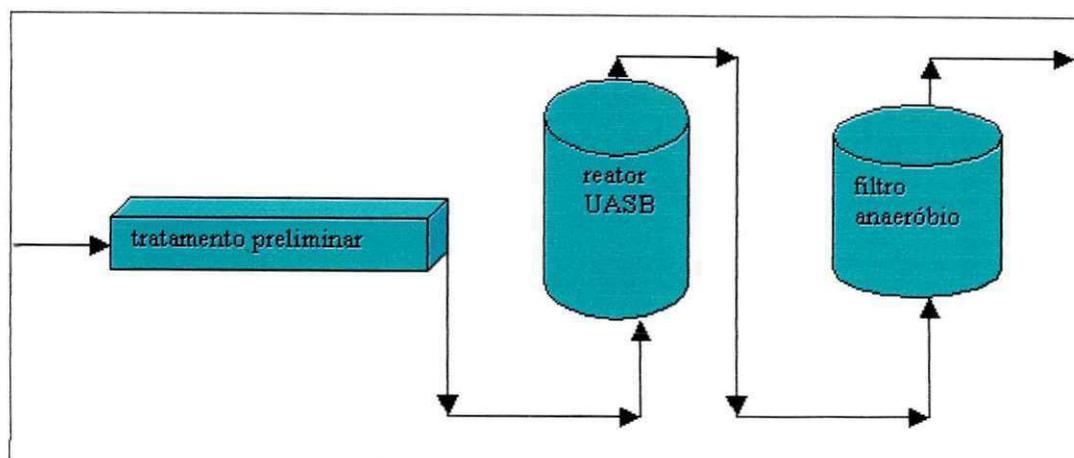


Figura 3.2 - Fluxograma típico da associação reator UASB + filtro anaeróbio

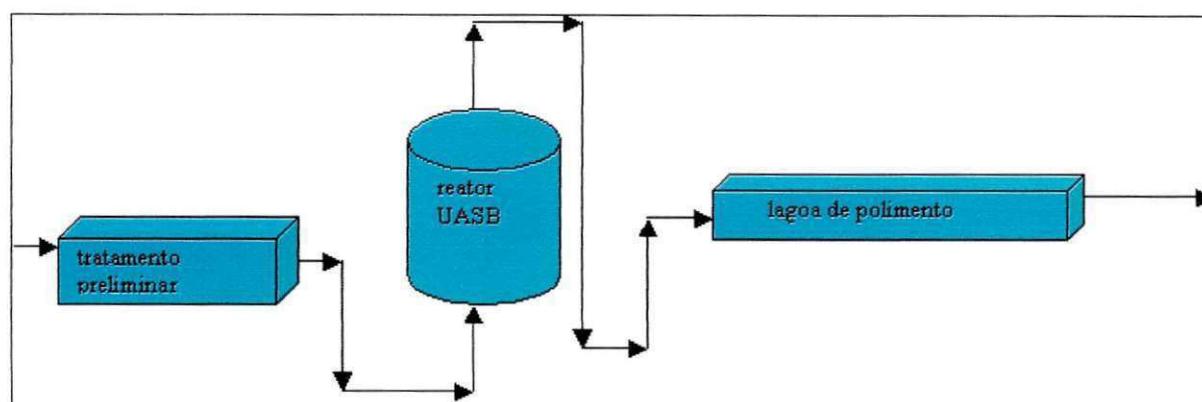


Figura 3.3 - Fluxograma típico da associação reator UASB + lagoa de polimento

3.3.2 – Lagoas de Estabilização

As lagoas de estabilização constituem um processo biológico de tratamento de águas residuárias que se caracterizam pela simplicidade e baixo custo. São sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação com auxílio de microrganismos (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas. As lagoas de estabilização são definidas como grandes tanques de pequena profundidade, definidas por diques de terra, e nos quais o esgoto flui, entrando e saindo após um período de retenção definido, sendo tratados inteiramente por processos naturais, envolvendo algas e bactérias e que ocorrem em qualquer corpo natural de água. Nenhuma energia externa, além daquela originada da luz solar, é requerida para operação (MARA e SILVA, 1979).

A fotossíntese se desenvolverá com mais intensidade nos pontos próximos a superfície (onde a disponibilidade da luz solar é maior). Portanto, o oxigênio é

gerado preferencialmente na parte superior da lagoa e lá o ambiente tende a ser aeróbio. Na parte inferior da lagoa a intensidade fotossintética é reduzida e o ambiente pode ser aeróbio ou anaeróbio, dependendo da taxa de oxidação do material orgânico e do transporte de oxigênio dissolvido da parte superior (HAANDEL & LETTINGA, 1994).

3.3.2.1 – Vantagens e desvantagens

As vantagens que as lagoas de estabilização possuem, em relação a outros sistemas de tratamento são:

- ❖ Simplicidade na construção;
- ❖ Simplicidade na operação e manutenção;
- ❖ Baixo custo operacional;
- ❖ Grande aceitabilidade de mão-de-obra não especializada;
 - Não necessitam de equipamentos mecânicos quando bem projetadas, operadas e mantidas.
 - Devido aos altos tempos de detenção do conjunto de lagoas, apresentam grande capacidade de absorver choques hidráulicos e orgânicos, sem alterar significativamente sua eficiência.
- ❖ Alta qualidade microbiológica do efluente final.

Possuindo esse sistema de tratamento suas desvantagens:

- ❖ Necessidade de grandes áreas;
- ❖ Sua operação e manutenção, caracterizadas por apresentarem extrema simplicidade, acabam sendo desprezadas, comprometendo o tratamento;
- ❖ Dependência dos fatores climáticos e ambientais: alteração das características qualitativas do efluente final em função das variações do tempo;
- ❖ Dificuldades em satisfazer padrões de lançamento;
- ❖ Possível necessidade de remoção de algas do efluente para o cumprimento de padrões rigorosos;
- ❖ Produz muito mau cheiro;
- ❖ Lança gás metano (CH_4), contribuindo para o aumento do efeito estufa.

3.3.2.2 – Classificação das Lagoas de Estabilização

As lagoas de estabilização são classificadas em: Lagoas de Estabilização facultativas, aeróbias, anaeróbias e de maturação

3.3.2.2.1 – Lagoas Facultativas

As lagoas facultativas são responsáveis pelo tratamento secundário dos esgotos. Em geral, essas unidades apresentam profundidades que variam de 1,00 a 1,50m e tempos de detenção hidráulicos próximos de 20 dias.

O termo facultativo, refere-se à dualidade ambiental característica desse tipo de lagoa: *aeróbia na superfície e anaeróbia no fundo*. Durante a maior parte do dia, prevalece às condições aeróbias na maior parte da coluna líquida, devido principalmente à produção de oxigênio fotossintético e a reaeração superficial. Ao anoitecer, cessando a incidência da luz solar sobre a lagoa, a produção de oxigênio, a partir da fotossíntese, é interrompida. Com isso, passa a prevalecer à condição anaeróbia na maior parte da coluna líquida. Essa região em que ora aparece como aeróbia, ora como anaeróbia, caracteriza e denomina esse tipo de lagoa como facultativa. Que apresenta três zonas: zona anaeróbia, zona aeróbia e zona facultativa.

O diagrama abaixo traduz o comportamento das algas e bactérias nas lagoas facultativas.

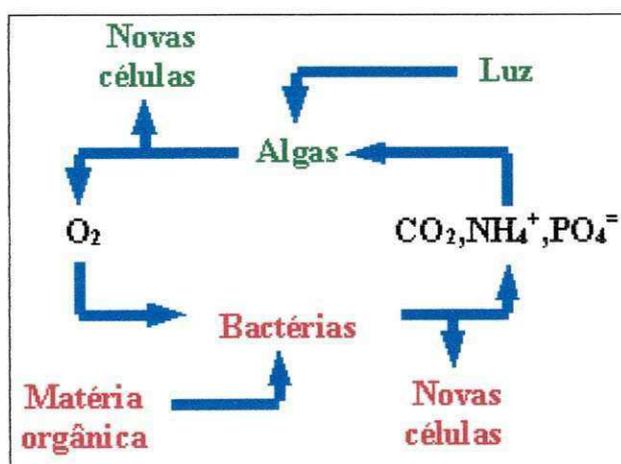


Figura 3.4 – Simbiose entre algas e bactérias em lagoas de estabilização facultativas

A zona anaeróbia é constituída pela matéria orgânica sedimentada, dando origem ao lodo, presente no fundo da lagoa. Esse lodo é decomposto anaerobiamente e convertido, principalmente a CO₂ e CH₄, restando, após um longo período, somente o material inerte ali sedimentado.

Na zona aeróbia, próxima à superfície da lagoa, a matéria orgânica é oxidada por bactérias ali presentes. Essas bactérias necessitam de oxigênio, o qual é suprido pela fotossíntese realizada pelas algas e pela introdução do oxigênio atmosférico através da superfície líquida. Tem-se assim, um perfeito equilíbrio entre o consumo e a produção de gás carbônico:

Para que ocorra a fotossíntese, é necessário que haja uma fonte luminosa representada pelo sol.

A demanda e a produção de OD nas lagoas estão mais equilibradas: durante o dia uma larga camada da lagoa estará num ambiente aeróbio, sendo que esta camada diminui a noite, sem que se estabeleça um ambiente anaeróbio na parte superior (HAANDEL & LETTINGA, 1994). Sendo essencial a presença de grupos de bactérias que sobrevivam tanto na ausência como na presença de oxigênio, sendo, portanto, essa zona a facultativa.

Quando essas lagoas estão com uma cor verde escura e parcialmente transparente, a lagoa apresenta altos valores de pH e OD e está em boas condições.

3.3.2.2.2 – Lagoas Anaeróbias

As lagoas anaeróbias são responsáveis pelo tratamento primário dos esgotos. Elas são dimensionadas para receber cargas orgânicas elevadas, que impedem a existência de oxigênio dissolvido no meio líquido, devido à taxa de consumo ser varias vezes superiores à taxa de produção. Sua profundidade normalmente varia de 3,0m a 4,5m e o tempo de detenção hidráulico nunca é inferior a 3 dias.

São utilizadas para o tratamento de esgotos domésticos e despejos industriais predominantemente orgânicos, com altos teores de DBO, como frigoríficos, laticínios, bebidas etc.

Por não haver oxigênio dissolvido em seu meio líquido, a matéria orgânica ali presente é digerida anaerobiamente que é uma estabilização lenta, devido as bactérias anaeróbias se reproduzirem numa vagarosa taxa. A demanda de oxigênio supera a capacidade de produção de OD na lagoa e somente uma fina camada superficial (alguns mm) é aeróbia (HAANDEL & LETTINGA, 1994).

Geralmente o funcionamento é de lagoas anaeróbias seguidas de lagoas facultativas.

A DBO é em torno de 50% estabilizada na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menos volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de lagoa facultativa única.

O processo de estabilização anaeróbia se desenvolve em duas etapas (VON SPERLING, 1996):

- ❖ Liquefação e formação de ácidos (através das bactérias acidogênicas);
- ❖ Formação de metano (através das bactérias metanogênicas)

Na primeira fase não há remoção de DBO, apenas conversão de matéria orgânica em outras formas (ácidos). É na segunda etapa que a DBO é removida, com a matéria orgânica (ácidos produzidos na primeira etapa sendo convertida a metano, gás carbônico e água, principalmente). O carbono é removido do meio líquido pelo fato do metano (CH₄) escapar para a atmosfera.

Com a redução das bactérias metanogênicas, por serem bastante sensíveis ocasiona interrupção na remoção de DBO e geração de mau odor, pois os ácidos são extremamente fétidos. São necessárias as devidas condições para estas bactérias que é: ausência de OD já que não sobrevivem na presença de oxigênio dissolvido, temperatura do líquido adequada (acima de 15°C) e pH adequado (próximo de 7).

3.3.2.2.3 – Lagoas de Maturação

O termo lagoa de maturação ou de polimento é dado àquela lagoa que recebe um afluente cuja DBO está praticamente estabilizada e o oxigênio dissolvido se faz presente em toda a massa líquida. Sua profundidade é praticamente a mesma das lagoas facultativas, variando de 1,00m até 1,50m. Normalmente, considera-se o tempo de detenção hidráulico de 7 dias para seu dimensionamento.

A concentração de material orgânico é baixa, a produção média de oxigênio excederá a taxa de oxidação e grande parte da lagoa terá um ambiente aeróbio. A água poderá ficar supersaturada com OD devido à atividade fotossintética durante o dia, O oxigênio pode então se desprender espontaneamente da lagoa (HAANDEL & LETTINGA, 1994).

As lagoas aeróbias, anaróbias e facultativas tem o objetivo de remover matéria carbonácea, já as lagoas de maturação, se direcionam a remoção de patogênicos.

Especificando as lagoas de maturação, sua principal vantagem é dar a seus efluentes finais condições sanitárias tão boas que até podem ser empregadas na irrigação irrestrita de determinadas culturas. A qualidade dos efluentes finais está diretamente relacionada aos baixos valores de DBO e as concentrações reduzidas de organismos indicadores. Segundo SILVA & MARA (1979), quando corretamente dimensionadas, as lagoas de maturação podem remover 99,99% ou mais dos coliformes fecais presentes no esgoto bruto.

3.3.2.3 – Eficiência das Lagoas de Estabilização

3.3.2.3.1 – Remoção de matéria orgânica

As lagoas apresentam excelente eficiência de tratamento. A matéria orgânica dissolvida no efluente das lagoas é bastante estável, e a DBO geralmente encontra-se numa faixa de 30 a 50mgO₂/l, nas lagoas facultativas (havendo uma separação de algas, esta concentração pode reduzir-se para 15 a 30mgO₂/l). Sendo um dos objetivos principais: a proteção ambiental, no que se refere à remoção de DBO e a proteção da saúde pública visando a remoção de organismos patogênicos (JORDÃO & PESSÔA, 1995).

As lagoas aeróbias têm obtido reduções superiores a 95%, medidas em amostras filtradas, para eliminar do ensaio a DBO própria das algas vivas encontradas no efluente (manual da CETESB).

Para HAANDEL & LETTINGA (1994) o tempo de permanência do esgoto bruto em uma lagoa de estabilização para o tratamento é necessário que seja longo para que haja uma boa remoção do material orgânico: precisam-se de um tempo total de 20 a 30 dias. As condições necessárias para a remoção de matéria orgânica resultam automaticamente numa boa eficiência de remoção de patogênicos e possibilita uma remoção parcial de nutrientes.

3.3.2.3.2 – Remoção de nutrientes

A lagoa de maturação é responsável pelo pós-tratamento dos esgotos, seu principal objetivo é promover a remoção de nitrogênio e fósforo do afluente. As algas com um importante papel que é a remoção de nutrientes por absorção da biomassa algal, em especial nitrogênio e fósforo, que garantem seu desenvolvimento.

3.3.2.3.3 – Remoção de patógenos

Devida à qualidade do líquido em seu interior, dependendo das condições climáticas do local, essas lagoas podem garantir significativas taxas de remoção de organismos indicadores de organismos patogênicos. Embora estes organismos sejam eliminados ao longo da série de lagoas, é na maturação que sua remoção torna-se efetiva, pois possui como características todos os elementos necessários para promover a redução dos principais organismos patogênicos: oxigênio dissolvido, alto valor de pH e grande zona fótica, permitindo que os raios ultravioletas atinjam as camadas mais profundas (KELLNER & PIRES, 1998).

Com grande eficiência na remoção de coliformes fecais deve-se ao fato de vários fatores físico-químicos estarem atuando concomitantemente nesses microrganismos, criando uma condição insustentável para sua sobrevivência. Dependendo do tempo de detenção do esgoto bruto para o tratamento resulta numa remoção eficiente dos organismos patogênicos (HAANDEL & LETTINGA, 1994).

Nas lagoas aeróbias têm sido observados casos de reduções superiores a 99% de coliformes fecais, a eficiência das lagoas anaeróbias é muito menor que a das aeróbias, em virtude da falta de oxigênio e da ação dos raios ultra-violetas do sol. Pode-se considerar de maneira geral que não é freqüente a remoção de mais do que 40 a 50% dos coliformes (manual da CETESB).

Nas lagoas de maturação deve se atingir elevadíssimas eficiências de remoção de coliformes ($E > 99,9$ ou $99,99\%$).

Para a irrigação irrestrita (culturas que correm o risco de contaminação) os valores recomendados segundo a Organização Mundial de Saúde são:

- Coliformes fecais: 1000 coliformes fecais / 100mL
- Ovos de helmintos: 1 ovo /L

3.3.2.4 – A influência da sazonalidade em lagoas de estabilização

Sua eficiência está diretamente ligada as condições climáticas locais.

No Brasil as condições meteorológicas e climáticas são extremamente favoráveis a este processo de tratamento (VON SPERLING, 1996).

Fatores ambientais que mais interferem no funcionamento:

- ❖ **Insolação:** a fotossíntese depende da radiação solar, e esta varia principalmente com a latitude do lugar e com a transparência da atmosfera, portanto, regiões mais próximas da linha do equador, onde supostamente a incidência solar é maior, compreendem locais mais favoráveis ao seu desempenho operacional;

- ❖ **Temperatura:** está diretamente relacionada à intensidade de ocorrência das reações biológicas e químicas decorrentes em todos sistemas naturais e controlados. A temperatura ótima para produção de oxigênio é de 20°C e os limites mínimos e máximos se situam entre 4°C e 35°C. Abaixo de 4°C há paralisação quase que completa de algas e bactérias. Acima de 35°C as algas úteis não têm mais condição de sobrevivência, enquanto as bactérias tendem a consumir mais oxigênio;
- ❖ **Agitação:** Os ventos provocam agitação de efeito benéfico sobre a homogeneização do conteúdo da lagoa com dispersão dos sólidos e distribuição uniforme do oxigênio dissolvido. Permitindo assegurar condições estritamente aeróbias;
- ❖ **Evaporação:** é a perda de água que provoca maior concentração de substâncias poluidoras. O substrato concentrado acima de determinado valor pode resultar em salinidade prejudicial ao equilíbrio osmótico da matéria celular. A evaporação está intimamente ligada às condições climáticas locais, dependendo *principalmente dos ventos, grau higrométrico do ar e da temperatura da água e do ar;*
- ❖ **Chuvas:** As chuvas agem em sentido contrário da evaporação, podendo provocar diluição do conteúdo da lagoa.

4.0 – Material e Métodos

4.1 – Histórico do grupo COTEMINAS

O grupo COTEMINAS há mais de 30 anos no setor têxtil do Brasil, tem como seu Presidente e Fundador, o empresário José de Alencar Gomes da Silva. É uma das maiores empresas têxtil da América Latina. O grupo é composto pelas unidades fabris: COTENOR (unidade de Mina Gerais), COTENE (unidade de Natal – RN), EMBRATEX e WENTEX (unidades de Campina Grande - PB), CEBRATEX e TOÁLIA (unidades de João Pessoa - PB). Também fazendo parte do grupo as atividades extras, fora do ramo têxtil as fazendas: Cantagalo, Vale verde e Boia em Itacarambi e atividades de reflorestamento na Fazenda das Almas.

Tudo teve início em uma pequena loja de tecidos com venda a atacado, na cidade de Ubaí – MG, onde José Alencar aos 18 anos entrou para o ramo têxtil. Ao decorrer dos anos as atividades foram crescendo e em 1964 foi inaugurada uma grande loja de tecidos e roupas, a WENBLY ROUPAS em Ubá. Anos após José Alencar conjuntamente com seu amigo e sócio, Luiz de Paula Ferreira, estabeleceram contatos com a SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) para implantação de uma fábrica de fiação e tecidos na cidade de Montes Claros – MG, com aproveitamento das vantagens dos incentivos fiscais do governo local.

Nos anos de 1967 a 1968, as pesquisas e visitas às fábricas têxteis nacionais e internacionais fizeram parte da rotina do empresário José de Alencar para coletar informações e novidades do setor têxtil. Em 1969, marca o surgimento da empresa COTEMINAS, com denominação Companhia de Tecidos do Norte de Minas.

4.2 – O complexo industrial COTEMINAS – CG

O complexo industrial COTEMINAS – CG é formado pelas unidades Embratex e Wentex, empenhadas na fabricação de fios de algodão e poliéster ou a mixagem percentual de ambos, destinados a outras unidades da COTEMINAS, empenhadas no setor de malharia (COTENE e COTENOR) ou para venda a outras fábricas têxteis. O layout fabril de ambas as unidades Embratex e Wentex é composto

setorialmente por: depósito de matéria prima, setor de abertura, setor de preparação, setor de paralelização das fibras, fiação e expedição.

O depósito de matéria prima recebe o algodão e o poliéster de seus fornecedores no formato de fardos, depois seguem para a abertura onde é feita a abertura dos fardos, flocagem, limpeza e a mistura íntima destinada a preparação. No setor de preparação novamente é feita outra limpeza no material para efetuação do processo de formação das fibras. Em seguida as fibras são transportadas para o processo de paralelização e titulação a fim de fornecer o material na condição adequada as fiações.

A Empresa COTEMINAS – CG possui uma área de aproximadamente 67ha e atualmente 1125 funcionários distribuídos em três turnos de trabalho.



Figura 4.1 – Empresa COTEMINAS – CG na Paraíba

4.3 - Descrição do local a ser estudado

O local estudado é uma estação de tratamento de esgotos composta de um sistema de pré-tratamento (caixa de areia), um reator UASB e uma lagoa de polimento situada a noroeste, nas dependências da Empresa COTEMINAS – CG.

4.3.1 – Descrição do sistema de tratamento de esgotos

Sistema de pré-tratamento – Caixa de areia

Antecedendo a caixa de areia existe uma tela perfurada com diâmetros de 1cm, tendo por finalidade a retenção de material grosseiro como trapos, plásticos, etc.

A areia contida nos esgotos é, em sua maioria constituída de material mineral (areia, salite, cascalho, entre outros). Este material contém também reduzida quantidade de material putrescível, tais como: vegetais (grãos de feijão, frutas e

verduras). A origem deste material é devido ao manuseio normal do uso doméstico, das ligações clandestinas de águas pluviais, lavagem de pisos, despejos industriais ou comerciais e infiltração na rede coletora. Este sistema tem por finalidade eliminar ou abrandar os efeitos adversos ao funcionamento das partes componentes das instalações a jusante, bem como os impactos nos corpos receptores, principalmente devido a assoreamento (JORDÃO & PESSÔA, 1995).

As dimensões são 3,0m x 0,5m.



Figura 4.2 – Caixa de areia – COTEMINAS - CG

Sistema de tratamento anaeróbio – reator UASB

O reator UASB tem forma prismática possuindo 2,0m de largura, 4,0m de comprimento e 3,5m de profundidade. É em seu interior, dividido em dois compartimentos. Sua alimentação é feita de forma ascendente, ou seja, de baixo para cima, por 4 entradas. O UASB possui um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 1dia.

O reator UASB em sua coluna ascendente consiste de um leito de lodo, uma zona de digestão e uma zona de sedimentação. Neste não há separador de fases. A água residuária, que segue uma trajetória ascendente dentro do reator, desde a sua parte mais baixa, atravessa a zona de digestão ocorrendo à mistura do material orgânico nela presente com o lodo, resultante da transformação da matéria orgânica no sistema. Os sólidos orgânicos suspensos são quebrados, biodegradados e digeridos através de uma transformação anaeróbia, resultando na produção de biogás e no crescimento da biomassa bacteriana. O biogás segue com o líquido, ultrapassa a camada de lodo, em direção a zona de sedimentação até a superfície do líquido.

A finalidade do reator anaeróbio UASB é uso a atividade bacteriana ativa do lodo na mineralização da matéria orgânica presente nos esgotos.



Figura 4.3 – Reator UASB – COTEMINAS - CG

Sistema de pós-tratamento – Lagoa de polimento

A Lagoa de polimento possui 2000m² (40m x 50m) de área, tem aproximadamente 1m de profundidade e apresenta em seu interior divisões denominadas chicanas. A lagoa possui um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 3 dias. A entrada de efluente ocorre na metade da altura da lagoa, para que este seja *misturado com o líquido já existente*. Na saída o efluente é armazenado em uma caixa de acumulação (3,0 x 3,0 x 1,5m) e a partir desta é que o este é direcionado, inicialmente, para um corpo receptor próximo da empresa, mais o objetivo da empresa é usar o efluente final do sistema na irrigação dos jardins (uso paisagístico).

A lagoa possibilita um polimento do efluente do reator UASB. Seu objetivo é a remoção de patogênicos, e não da remoção adicional de DBO.



Figura 4.4 – Lagoa de Polimento ou Maturação - COTEMINAS - CG

O sistema de tratamento de esgotos da COTEMINAS –CG possui uma vazão de aproximadamente 98,5m³/dia, sendo sua vazão de projeto 120m³/dia.

4.4 – Pontos de coleta, período e frequência de coleta

Foram selecionados três pontos de coleta denominados de: EB – esgoto bruto, coletado na caixa de areia, E UASB – efluente do reator UASB, coletado na entrada da lagoa e E lagoa – efluente da lagoa, coletado na caixa de acumulação da lagoa.

A caracterização física, química e sanitária das amostras do sistema ocorreu de setembro a outubro de 2003, com frequência semanal.

4.5 – Procedimento de coleta e acondicionamento das amostras

As coletas foram realizadas geralmente às 13:00h do dia.

As amostras da água são coletadas com o auxílio de um recipiente graduado.

As amostras para análises físicas e químicas são transferidas para garrafas plásticas de 2 litros perfeitamente limpas e identificadas. A temperatura é obtida no campo.

Para as análises microbiológicas, a coleta é feita em frascos de vidro cor âmbar, de boca larga, com os gargalos protegidos com papel alumínio e uma tampa a prova de vazamentos, previamente esterilizados em estufa por calor seco a 1700°C, por um período de 2 horas. Durante a coleta, os frascos são abertos junto à água para evitar contaminação externa, e preenchidos até 2/3 do seu volume para facilitar a homogeneização no laboratório. Estes são imediatamente fechados e condicionados em caixa de isopor com gelo a aproximadamente 10°C. As amostras são levadas ao laboratório do PROSAB localizado no bairro do Catolé, na cidade de Campina Grande, estado da Paraíba, no nordeste do Brasil.

4.6 – Parâmetros físico, químicos e microbiológicos

A **Tabela 4.1**, a seguir apresenta os parâmetros que foram analisados nas amostras de águas da ETE - COTEMINAS - CG

Tabela 4.1 – Parâmetros analisados e métodos analíticos

Parâmetros	Métodos
Temperatura (°C)	Termômetro de Filamento de Mercúrio
pH	Potenciômetro
Cloretos (mgCl ⁻ /L)	Titulométrico
OD (mgO ₂ /L)	Aparelho
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	Frascos Padrões
DQO (mgO ₂ /L)	Método de Refluxão Fechada do Dicromato de Potássio
Fósforo Total (mgP/L)	Espectofotômetro do Ácido Ascórbio
Coliformes Fecais (UFC/100mL)	Membrana Filtrante

Nota: pH – Potencial hidrogeniônico, OD – Oxigênio Dissolvido, DBO₅^{20°} - Demanda Bioquímica de Oxigênio, DQO - Demanda Química de Oxigênio

5.0 - Apresentação e discussão dos resultados

O objetivo principal para com o sistema é se este vai produzir um efluente com qualidade que satisfaça as exigências do CONAMA 20 e a Organização de Mundial de Saúde para irrigação. Para caracterizar o desempenho das diferentes partes do sistema de tratamento analisou-se a composição do afluente bruto, do efluente do pré-tratamento anaeróbio e do efluente final (lagoa de polimento). A caracterização do funcionamento do sistema foi realizada e esta apresentada em figuras e tabelas no decorrer do texto. Diante dos resultados obtidos verifica-se que o sistema obteve bom desempenho em se tratando de matéria orgânica, na forma de DBO e DQO, e coliformes fecais.

A DBO e a DQO ao longo dos tratamentos (UASB e lagoa de polimento) vem decrescendo (**Figura 5.1 e 5.2**) obtendo em média uma eficiência de remoção total, ou seja, quantidade de matéria orgânica presente no esgoto bruto em relação à quantidade de matéria orgânica que sai no efluente da lagoa de 91% e 70%, como mostram as tabelas 5.1, 5.2 e 5.3, respectivamente, para DBO e DQO, caracterizando que a ETE produz um efluente final, com boas qualidades em relação a esses parâmetros. Mas, na Figura 5.1 que ilustra as curvas da DBO ao longo do tempo, ilustra também a reta de limite de DBO segundo o CONAMA 20, Classe 3, no qual o uso desta classe é para irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, dentre outros usos, podendo-se concluir que embora a eficiência de remoção de DBO tenha se apresentado animador ainda não satisfaz a resolução CONAMA 20, logo o efluente não pode ser usado para irrigação segundo a classe 3 (CONAMA 20), ficando as concentrações de DBO no efluente do sistema, até o momento, acima do limite máximo permitido para a classe 3 que é de 10mg/L e com tendência ou não a permanecer acima deste limite. Essa tendência só será esclarecida através de um prolongamento no monitoramento desta estação, que devido ao pouco tempo de funcionamento não atingiu sua estabilidade. Pode ser que após o período de estabilização do sistema de 2 a 3 meses de funcionamento, a DBO atenda as exigências do CONAMA 20 ficando sua concentração abaixo de 10mg/L. Por outro lado a presença de algas na lagoa confere ao efluente uma concentração relativamente alta. Por esta razão na comunidade europeu há normas específicas para a DBO do efluente de lagoas.

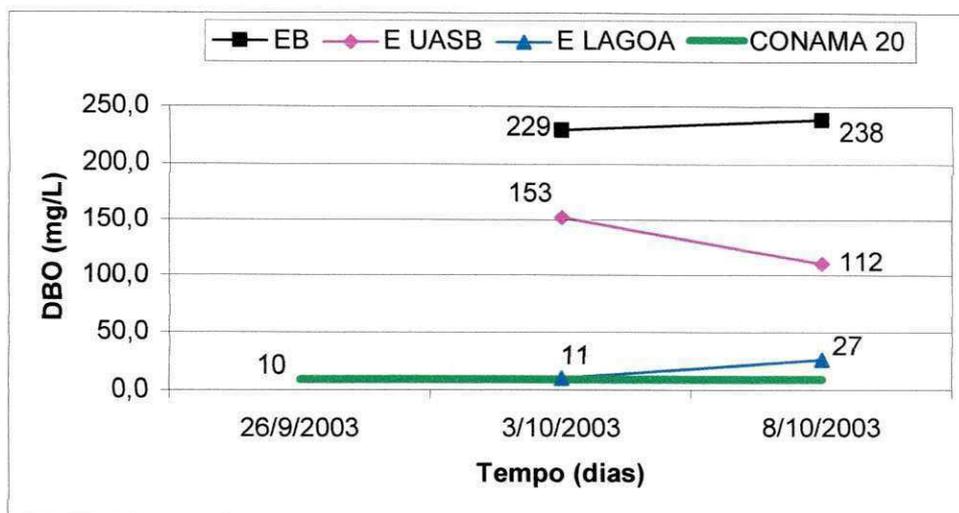


Figura 5.1 – Perfil dos valores de DBO ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

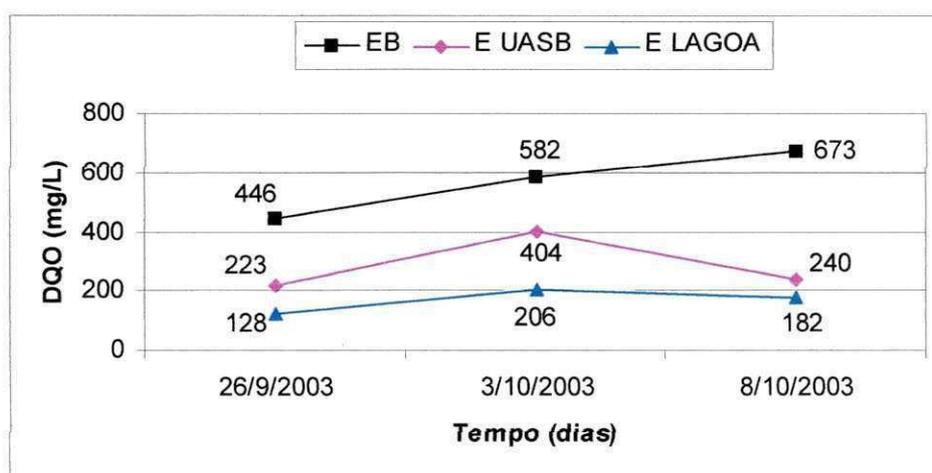


Figura 5.2 – Perfil dos valores de DQO ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS CG

O perfil de oxigênio dissolvido (OD) da lagoa de polimento está apresentado na Figura 5.3. Percebe-se que a lagoa é bem oxigenada chegando a picos de supersaturação, tanto na entrada quanto na saída da lagoa. A explicação para as baixas concentrações de oxigênio no efluente da lagoa é que este é captado em um ponto abaixo da superfície da lagoa onde os níveis de OD são mais baixos.

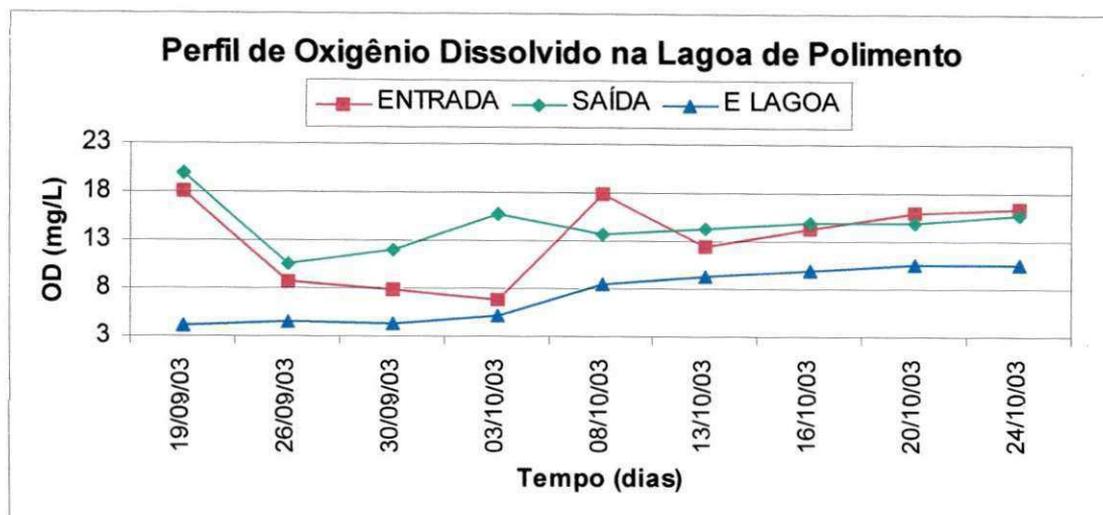


Figura 5.3 – Perfil dos valores de Oxigênio Dissolvido (OD) ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

Na Figura 5.4 apresentam-se os valores dos logaritmos de coliformes fecais ao longo do tempo para os três pontos amostrais. Nesta percebe-se que no esgoto bruto e no efluente do UASB a concentração de bactérias se mostra praticamente constante, devido à proximidade dos resultados. No estágio atual o sistema anaeróbio (UASB) não apresentou boa remoção de indicadores patogênicos (apenas 30% em média – relação entre esgoto bruto e efluente do UASB), produzindo um efluente ainda de má qualidade sanitária (ver Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3).

Em se tratando do pós-tratamento (Lagoa de Polimento) este obteve uma eficiência de remoção de 99,9% em média (relação entre efluente do UASB e efluente da lagoa), apresentando qualidade sanitária que satisfaz as exigências do CONAMA 20 para a classe 3 (<4000UFC/100mL) e da (OMS) Organização Mundial de Saúde (<1000UFC/100mL) para irrigação, como pode ser observado na Figura 5.4, que também ilustra as curvas limites para este parâmetro de acordo com o CONAMA 20 (classe 3) e com a OMS. As concentrações de coliformes fecais apresentam uma tendência, aparentemente, de continuar abaixo destes limites, mas isto pode ser constatado se houver uma continuidade mais prolongada do monitoramento, como proposto anteriormente.

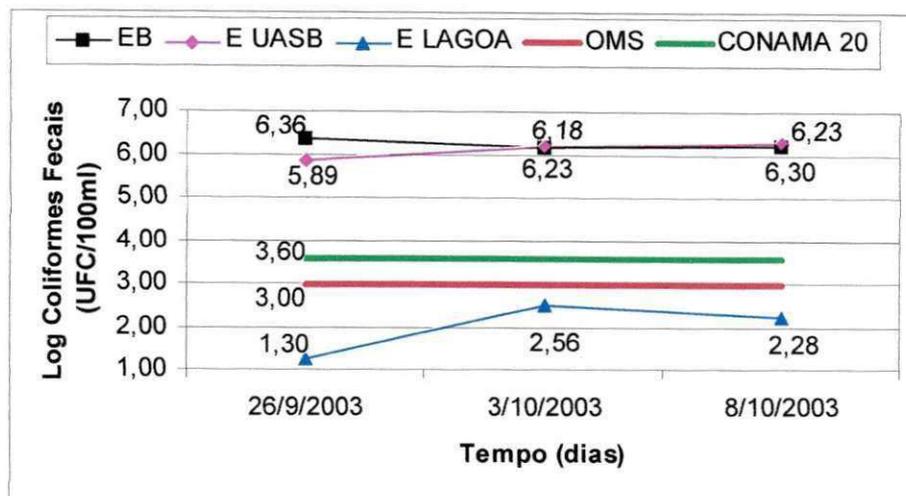


Figura 5.4 – Perfil dos valores dos Log de Coliformes Fecais ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

A Figura 5.5 mostra as curvas de fósforo total ao longo do tempo para os três pontos amostrais característicos da ETE. Observa-se uma tendência à estabilização deste nutriente no efluente da lagoa, enquanto que nos demais ocorre uma ligeira redução.

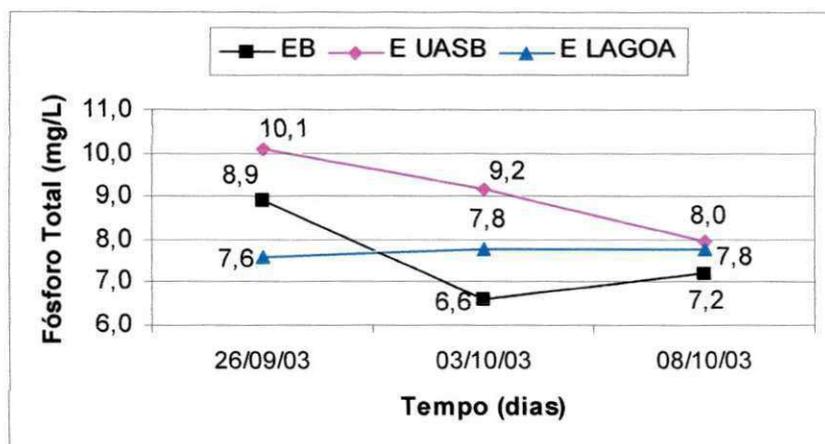


Figura 5.5 – Perfil dos valores de Fósforo Total ao longo do tempo na Lagoa de Polimento da Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

A concentração de fósforo total no efluente da lagoa está muito acima do limite máximo permitido pela classe 3 (CONAMA 20) que é de 0,025mg/L, não sendo, desta forma, permitida a descarga deste efluente no Riacho Bodocongó. Ao contrário para irrigação, é vantagem que o fósforo não seja removido: nutriente para as plantas irrigadas.

Outros parâmetros analisados foram: temperatura, pH, alcalinidade e cloretos, apresentados nas figuras que seguem.

Os valores de temperatura variaram de 29°C a 30°C, e no efluente da lagoa a temperatura se manteve constante em 29°C. Segundo a literatura esta temperatura faz parte da faixa ideal para atividade biológica que é de 15°C a 35°C.

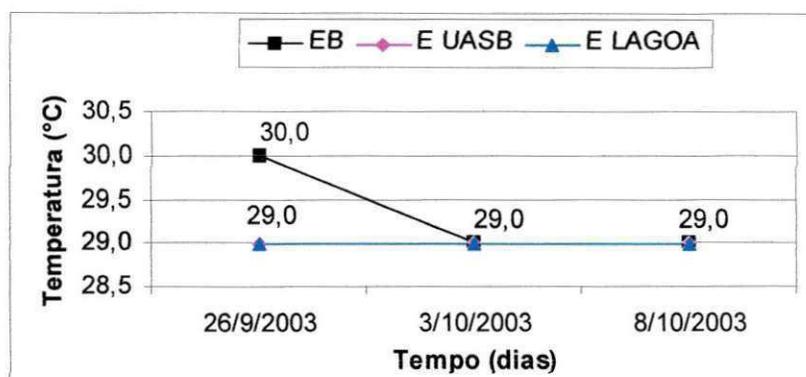


Figura 5.6 – Perfil dos valores de Temperatura ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

Os valores de pH no efluente da lagoa assumiram valores crescentes, provavelmente, devido à produtividade de algas e cianobactérias que consomem o dióxido de carbono, reduzindo a acidez da água.

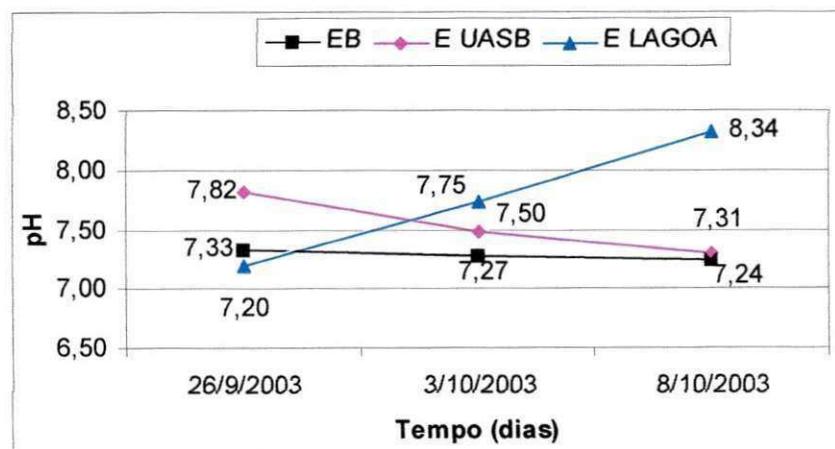


Figura 5.7 – Perfil dos valores de pH ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

A concentração de cloretos no efluente da lagoa está muito elevado em relação ao esgoto bruto e ao efluente do UASB, isto pode estar associada à evaporação na lagoa propiciando a precipitação desses sais. Todavia a concentração de cloreto permanece na faixa que ainda permite seu uso como água de irrigação.

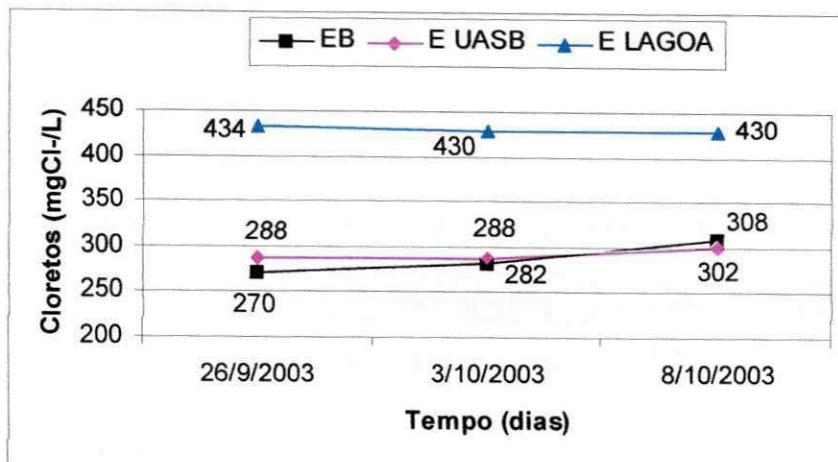


Figura 5.8 – Perfil dos valores de Cloretos ao longo do tempo para a Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

A seguir são apresentadas as tabelas de dados para o esgoto bruto (EB), efluente do UASB (E UASB), efluente da Lagoa (E LAGOA) e as porcentagens de remoção parcial ao longo das etapas, esgoto bruto – UASB, UASB – Lagoa de polimento e a porcentagem de eficiência de remoção total do sistema, ou seja, relação entre o esgoto bruto e o efluente da lagoa de polimento.

Tabela 5.1 – Porcentagem de remoção para os diversos parâmetros analisados nas amostras da Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

PARÂMETROS	PONTOS	26 de Setembro de 2003			% remoção	% remoção	% remoção
		EB	E UASB	E LAGOA	EB / E UASB	E UASB / E LAGOA	EB / E LAGOA
Temperatura da amostra (°C)		30	30	29			
pH		7,33	7,82	7,20			
Cloretos (mgCl-/L)		270,0	288,0	434,0	-6,7	-50,7	-60,7
OD (mg/L)		0,00	0,64	4,63			
DBO (mg/L)							
DQO (mg/L)		446,0	223,0	127,9	50,0	42,6	71,3
Fósforo Total (mgP/L)		8,9	10,1	7,6	-13,5	24,8	14,6
Coliformes Fecais (UFC/100mL)		2,3E+06	7,7E+05	2,0E+01	66,52174	99,99740	99,99913

Tabela 5.2 – Porcentagem de remoção para os diversos parâmetros analisados nas amostras da Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

PONTOS	03 de Novembro de 2003			% remoção	% remoção	% remoção
	EB	E UASB	E LAGOA	EB / E UASB	E UASB / E LAGOA	EB / E LAGOA
PARÂMETROS						
Temperatura da amostra (°C)	29	29	29			
pH	7,27	7,50	7,75			
Cloretos (mgCl/L)	282,0	288,0	430,0	-2,1	-49,3	-52,5
OD (mg/L)	0,00	1,57	5,21			
DBO (mg/L)	229	153	11	33,2	92,8	95,2
DQO (mg/L)	581,6	404,3	205,7	30,5	49,1	64,6
Fósforo Total (mgP/L)	6,6	9,2	7,8	-39,4	15,2	-18,2
Coliformes Fecais (UFC/100mL)	1,5E+06	1,7E+06	3,6E+02	-13,33333	99,97882	99,97600

Tabela 5.3 – Porcentagem de remoção para os diversos parâmetros analisados nas amostras da Estação de Tratamento de Esgotos da COTEMINAS - CG

PONTOS	08 de Novembro de 2003			% remoção	% remoção	% remoção
	EB	E UASB	E LAGOA	EB / E UASB	E UASB / E LAGOA	EB / E LAGOA
PARÂMETROS						
Temperatura da amostra (°C)	29	29	29			
pH	7,24	7,31	8,34			
Cloretos (mgCl/L)	308,0	302,0	430,0	1,9	-42,4	-39,6
OD (mg/L)	0,00	1,23	8,68			
DBO (mg/L)	238	112	27	52,9	75,9	88,7
DQO (mg/L)	672,8	240,3	181,9	64,3	24,3	73,0
Fósforo Total (mgP/L)	7,2	8,0	7,8	-11,1	2,5	-8,3
Coliformes Fecais (UFC/100mL)	1,7E+06	2,0E+06	1,9E+02	-17,64706	99,99050	99,98882

6.0 - Conclusões

Parcialmente, pode-se concluir que o sistema UASB seguido de um pós-tratamento numa lagoa de polimento apresenta um efluente com resultados de eficiência de remoção bastante significativa, principalmente em relação a matéria orgânica (91% para DBO e 70% para DQO) e indicadores de contaminação fecal (99,9% de coliformes fecais), embora as concentrações de DBO e Fósforo Total não satisfazem as exigências do CONAMA 20 para a classe 3 indicada para irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, apesar de sua qualidade sanitária esta em conformidade com o CONAMA 20 e a Organização Mundial de Saúde. Mas isto pode estar associado ao pouco tempo de funcionamento e monitoramento do sistema que até o presente momento se encontra em estabilização. Portanto, tomando como base os resultados apresentados neste relatório o efluente final do sistema não pode ser usado para irrigação restrita, por não satisfazer todos os limites da legislação CONAMA 20.

O recomendável para este sistema é que o mesmo seja analisado por um período mais longo além do seu estágio de estabilização, para dessa forma, se possa obter um conjunto maior de resultados que retratem com mais clareza o comportamento do funcionamento de todo o sistema.

7.0 – Referências Bibliográficas

APHA, (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17 edition. APHA, AWWA, WPCF. Washington, 1931p.

BRANCO, S. M. (1986). **Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3ª ed, São Paulo (SP), CETESB/ACETESB, 620p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução Nº 20 - 18 de junho de 1986. In: Legislação de Conservação da Natureza. 4ª ed., São Paulo (SP); FBCN/CESP, 720p.

ESTEVES, F. de A.(1998). **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro Ed. Interciência/FINEP, 575p.

JORDÃO, E. P. & PESSOA, C. A. (1995). **Tratamento de esgotos domésticos**. 3ª Ed. ABES, Rio de Janeiro.

VAN HAANDEL, Adrianus & C LETTINGA, Gatze. (1994). **Tratamento Anaeróbio de Esgotos**. Epgraf. Campina Grande.

SILVA, S. A. & MARA, D. D. (1979). **Tratamentos Biológicos de Águas Residuárias – Lagoas de Estabilização**. 1º ed. ABES Rio de Janeiro

KELLNER, E. & PIRES, E. C. (1998). **Lagoas de Estabilização: Projeto e Operação**. ABES, Rio de Janeiro.

-----, (1975) **Lagoas de Estabilização**. CETESB, São Paulo.

VON SPERLING, M. (1996). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental / UFMG, 243p.

www.tratamentodeagua.com.br - 18/09/2003

www.coteminas.com.br - 18/09/2003

www.saneamentobasico.com.br - 18/09/2003

www.funasa.gov.br - 19/09/2003