

Estudo de soluções com reactores UASB para a reabilitação de ETAR. Caso de estudo da ETAR de Porto Côvo

Pedro Jorge da Silva

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
Nova de Lisboa para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Sanitária

Orientador: Professora Doutora Leonor Miranda Monteiro do Amaral

Lisboa

2009

"A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem que ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade."

Koichiro Matsuura, Director-Geral da UNESCO

"Não é possível melhorar a difícil situação dos pobres do mundo sem fazer alguma coisa em relação à qualidade da base de recursos de que dependem: as terras e os recursos hídricos. Melhorar a utilização dos recursos hídricos é decisivo para todas as outras dimensões do desenvolvimento sustentável."

Nitin Desai, Secretário-Geral da Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável

À Marina e ao Gilberto

Agradecimentos

À Câmara Municipal de Sines, pelas relevantes experiências profissionais que me possibilitou e que foram essenciais para complementar a minha formação.

Ao Engenheiro Carlos Pedroso, Director do Departamento de Obras e Serviços Urbanos da Câmara Municipal de Sines, pela confiança em mim depositada e pelo entusiasmo, disponibilidade e amizade que sempre me dispensou.

À Professora Doutora Leonor Amaral, pelo empenho, sugestões, críticas, orientação e ensinamentos ministrados.

À Carla, pela preciosa ajuda na formatação do texto.

A todos os colegas que partilharam comigo os desafios profissionais e que de uma forma ou de outra contribuíram para a concretização dos meus objectivos.

Aos meus Pais e irmão, pelo estímulo e apoio incondicional desde a primeira hora; pela paciência e grande amizade com que sempre me ouviram, e sensatez com que sempre me ajudaram.

Ao meu filho Gilberto, por me fazer querer ser uma pessoa melhor.

O meu mais profundo agradecimento é dirigido à Marina, a quem devo a realização desta dissertação, pela compreensão e ternura sempre manifestadas apesar do 'débito' de atenção; pelas inúmeras trocas de impressões, pelas más disposições e nervosismo de tantas horas e pelo carinho com que sempre as suportou. Acima de tudo, pelo inestimável apoio e paciência revelada ao longo do tempo. Por tudo o que esse apoio representa e que não precisa de traduzir-se em palavras.

Resumo

O presente trabalho insere-se na temática da tecnologia associada à digestão anaeróbia. Esta apresenta-se como uma possível mais-valia para diversas situações de tratamento de águas residuais, integrada na linha de tratamento de lamas, bem como integrada na própria linha da fase líquida.

Pretende-se estudar as potencialidades da integração da tecnologia UASB para a reabilitação de ETAR, de um modo geral, e aplicá-lo ao caso de estudo da ETAR de Porto Côvo, cujo funcionamento está baseado num sistema de lamas activadas com arejamento prolongado, em funcionamento desde Novembro de 1999, encontrando-se preparada para receber um caudal médio diário de 1.190 m³/dia.

A Câmara Municipal de Sines, proprietária da ETAR, pondera avançar com a reabilitação da mesma. Com o presente trabalho pretende-se estudar as vantagens e os inconvenientes da adopção de uma solução com reactores UASB, para o caso de estudo da reabilitação da ETAR de Porto Côvo.

Palavras-chave: digestão anaeróbia; reactor UASB; ETAR

Abstract

This work intends to study the technology associated with anaerobic treatment, which presents itself as a possible asset for many situations, integrated in-line treatment of sewage, as well as integrated on the line of the liquid phase.

The aim is to study the potential integration of UASB technology for the rehabilitation of wastewater treatment plant, in general, and apply it to case study - the wastewater treatment plant at Porto Côvo – which is an activated sludge system with prolonged aeration, in function since November 1999 and is prepared to receive a daily average flow of 1.190 m³/day.

The Municipality of Sines, plant's owner, is considering the rehabilitation of it. The present work aims to study the advantages and drawbacks of adopting a solution with UASB reactors, for the case study of upgrading the treatment plant at Porto Côvo.

Key words: wastewater treatment plant; anaerobic digestion; UASB technology

Simbologia e Notações

APS – Administração do Porto de Sines

CBO₅ – Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de cinco dias

Ch – Carga hidráulica ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)

COD – Carbono Orgânico Dissolvido

COT – Carbono Orgânico Total

COV - Carga Orgânica Volumétrica

CQO – Carência Química de Oxigénio

e.p. – (Equivalente populacional) Carga orgânica biodegradável com uma carência bioquímica de oxigénio ao fim de cinco dias (CBO₅) de 60 gramas de oxigénio por dia.

EE – Estação Elevatória

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

F/M – relação F/M (Food to Microorganisms) é expressa em kg CBO (ou CQO) por kg de SSV presente no sistema por dia.

N – Azoto

NTK – Azoto Kjeldahl

P – Fósforo

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

SST – Sólidos Suspensos Totais

SSV – Sólidos Suspensos Voláteis

SSVTA – Sólidos suspensos voláteis no tanque de arejamento

TRH – Tempo de retenção hidráulico (h)

UASB – Upflow anaerobic sludge blanket (Reactor Anaeróbio de Fluxo Ascendente)

Índice

1	Introdução	1
1.1	Descrição da ETAR de Porto Côvo e respectivas estações elevatórias.....	3
1.1.1	Fase Líquida	5
1.1.2	Fase Sólida.....	9
1.2	Temperatura do ar em Porto Côvo	10
2	Diagnóstico de exploração da ETAR de Porto Côvo.....	15
2.1	Caudais	15
2.2	Características qualitativas	18
2.2.1	Resultados Analíticos	18
2.2.2	Cargas poluentes eliminadas	21
2.2.3	Comparação com a legislação aplicável.....	23
3	Actividades de Conservação, Manutenção e Exploração da ETAR de Porto Côvo.....	25
3.1	Operação das instalações	26
3.1.1	Estações Elevatórias	26
3.1.2	ETAR.....	30
4	A tecnologia UASB no tratamento de águas residuais domésticas	53
4.1	Águas residuais domésticas	53
4.2	Aspectos gerais do tratamento anaeróbio	54
4.2.1	Hidrólise	54
4.2.2	Acidogénese	54
4.2.3	Acetogénese.....	55
4.2.4	Metanogénese	56
4.3	Desempenho da digestão anaeróbia.....	56
4.3.1	Temperatura.....	56

4.3.2	Nutrientes	58
4.3.3	pH e Alcalinidade.....	58
4.3.4	Capacidade de Assimilação de Cargas Tóxicas.....	59
4.3.5	Sobrecargas Hidráulicas.....	59
4.4	Aplicabilidade da tecnologia anaeróbia para o tratamento de esgotos domésticos .	59
4.5	O reactor UASB	62
4.5.1	Funcionamento.....	63
4.5.2	Vantagens e desvantagens dos reactores UASB	65
4.6	O pós-tratamento de efluentes de reactores anaeróbios por lamas activadas	67
4.7	Lamas activadas para o pós-tratamento de efluentes de reactores anaeróbios	69
4.7.1	Lamas activadas por arejamento prolongado.....	70
4.7.2	Lamas activadas para o pós-tratamento de efluentes de reactores UASB	71
4.8	Uso de leitos construídos de macrófitas para o pós-tratamento de efluentes de reactores UASB	75
4.9	Uso de filtros biológicos percoladores para o pós-tratamento de efluentes de reactores UASB	77
4.10	Reactores UASB, com características de funcionamento comparáveis com as registadas na ETAR de Porto Côvo	78
5	Conclusões.....	83
6	Referencias Bibliográficas	85
7	Anexo I.....	89

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Distribuição da água no Globo Terrestre (adaptado do Plano Nacional da Água, 2001)	2
Figura 1.2 – Diagrama linear da ETAR de Porto Côvo.....	5
Figura 1.3– Distribuição espacial da temperatura mínima do ar Janeiro 2008.....	11
Figura 1.4– Distribuição espacial da temperatura máxima do ar Janeiro 2008.....	12
Figura 1.5– Distribuição espacial da temperatura máxima do ar Janeiro 2008.....	13
Figura 2.1 - Valores de caudal médio mensal registados ao longo dos anos.	16
Figura 4.1 - A sequência de processos na digestão anaeróbia de macro moléculas complexas (os números referem-se a percentagens, expressas como CQO).	55
Figura 4.2- Conversão biológica nos sistemas aeróbios e anaeróbios	62
Figura 4.3- Esquemas mais frequentes de formas de reactores UASB	63
Figura 4.4- Esquema do sistema de lamas activadas.....	68
Figura 5.1 - Diagrama linear proposto para a reabilitação da ETAR de Porto Côvo	84

Índice de Quadros

Quadro 1.1- Dados relativos ao ano de 2008 para a estação meteorológica da APS	14
Quadro 2.1- Valores de caudal médio mensal registados ao longo dos anos.....	15
Quadro 2.2 - Carga poluente eliminada (Kg/mês).	21
Quadro 2.3 - Dados de funcionamento verificados na ETAR de Porto Côvo.	22
Quadro 2.4 - Comparação com a legislação aplicável.	24
Quadro 3.1 - Principais problemas que podem ocorrer nas EE e soluções possíveis.	27
Quadro 3.2 - Principais problemas que podem ocorrer na gradagem e soluções possíveis.....	32
Quadro 3.3 - Principais problemas que podem ocorrer no desarenamento e soluções possíveis.	35
Quadro 3.4 - Principais problemas que podem ocorrer nos tanques de arejamento e soluções	38
Quadro 3.5 - Principais problemas que podem ocorrer no decantador secundário e soluções possíveis.	43
Quadro 3.6 - Principais problemas que podem ocorrer na lagoa de maturação e soluções possíveis.	47
Quadro 3.7 - Principais problemas que podem ocorrer nos leitos de secagem de lamas e soluções possíveis.	50
Quadro 4.1 - Composição típica do esgoto bruto doméstico.....	53
Quadro 4.2 - Intervalos de temperatura para o desenvolvimento óptimo das bactérias.....	57
Quadro 4.3 - Requisitos para sistemas simplificados de tratamento de esgotos	60
Quadro 4.4 - Principais vantagens e desvantagens dos sistemas anaeróbios	61
Quadro 4.5 - Sistema UASB - lamas activadas, versus lamas activadas convencional.....	71
Quadro 4.6 - Principais características dos sistemas de lamas activadas utilizados para no tratamento de esgotos domésticos.....	74
Quadro 4.7 - Temperatura das águas residuais afluentes à ETAR de Porto Côvo	79
Quadro 4.8 - Eficiências de remoção da ETAR de Serrano, Caxias do Sul, Brasil	80

1 Introdução

Reconhecendo a importância crucial dos recursos hídricos para o futuro do planeta, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou 2003 como o Ano Internacional da Água Doce.

A água doce é, por si só, o elemento mais precioso da vida na Terra. É essencial para a satisfação das necessidades humanas básicas, a saúde, a produção de alimentos, a energia e a manutenção dos ecossistemas regionais e mundiais. Embora a água cubra 70% da superfície do planeta (estima-se um volume total em todo o globo de cerca de $1400 \times 10^6 \text{ km}^3$), apenas 2,5% é água doce ($39\,000 \text{ km}^3$); desta, 79% estão congelados em calotes glaciais. Os restantes 20% encontram-se no subsolo, o que implica que apenas 1% da água doce se encontre à superfície, sendo de fácil acesso à utilização humana. (Figura 1.1).

Por outro lado, os recursos hídricos disponíveis para novas utilizações são cada vez mais escassos. A água já se tornou o factor limitante do desenvolvimento, em muitos países e/ou regiões.

O aumento da produção agrícola global, tendo em conta as estimativas recentes que apontam para um crescimento de cerca de 50% da população mundial até ao ano 2025, só será possível aumentando a produtividade das áreas já cultivadas, o que exige o recurso à intensificação cultural e, consequentemente, à prática da rega. Actualmente, cerca de um terço da produção alimentar mundial já depende da rega (RAPOSO, 1996).

Os países aparentemente ricos em recursos hídricos começam a debater-se com o problema da escassez da água, devido a uma sobre exploração dos referidos

recursos, o que começa a constituir uma crescente e séria ameaça para o desenvolvimento sustentável.

Actualmente, não é aceitável a contaminação dos meios hídricos, por descarga de efluentes não tratados. No entanto, a realidade é que as descargas de Águas Residuais não tratadas continuam a acontecer ilegalmente no nosso país (PEREIRA, 2008).

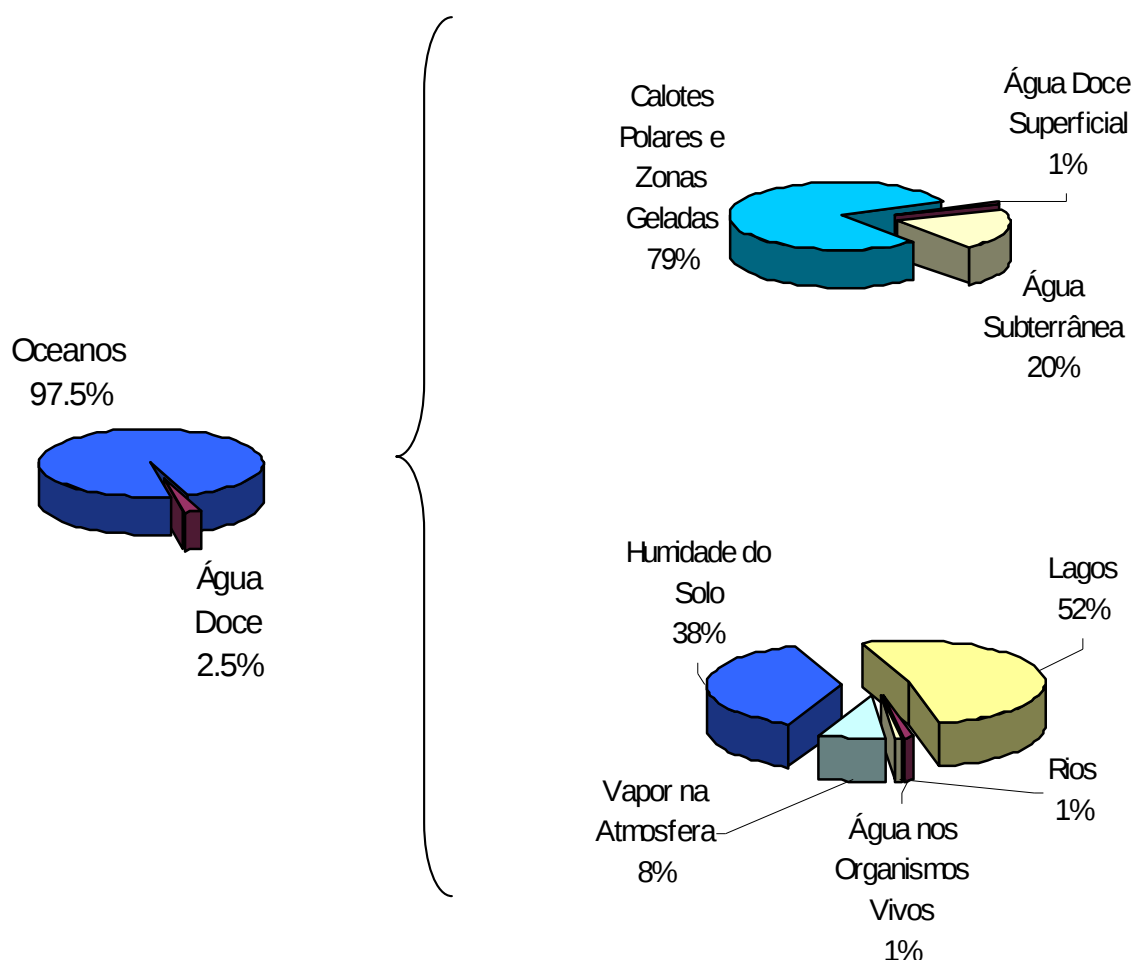


Figura 1.1 - Distribuição da água no Globo Terrestre (adaptado do Plano Nacional da Água, 2001)

O tratamento das águas residuais tem por objectivo a produção de um efluente com uma qualidade tal que contribua para a prevenção de doenças e de situações incómodas e indesejáveis (cheiros, insectos, etc.), a evitação da contaminação das

águas, nomeadamente as de abastecimento e navegação, a manutenção da qualidade da água, de modo a preservar a sua função ecológica e os usos balneares e recreativos e a conservação da qualidade e quantidade da água para futuros usos (SPELLMAN, 2003).

A reabilitação de ETAR é uma realidade que pode ser ditada por motivos de ordem diversa: técnica, normativo em vigor, demográfica ou outra. No contexto das reabilitações, devem ser estudadas soluções adequadas, de forma a minimizar os impactes no ambiente, bem como rentabilizar recursos e custos associados.

A tecnologia associada à digestão anaeróbia apresenta-se como uma possível mais-valia para diversas situações de tratamento de águas residuais, integrada na linha de tratamento de lamas, bem como integrada na própria linha da fase líquida.

Neste âmbito, pretende-se estudar as potencialidades da integração da tecnologia UASB na reabilitação de ETAR, de um modo geral, e aplicá-lo ao caso de estudo da ETAR de Porto Côvo.

1.1 Descrição da ETAR de Porto Côvo e respectivas estações elevatórias

A Estação de Tratamento de Águas Residuais de Porto Covo situa-se na Herdade do Burrinho, ocupando uma área de 1,7 hectares, e tem como objectivo proceder ao tratamento das águas residuais produzidas na aldeia de Porto Covo.

O sistema de intercepção existente a montante da ETAR é constituído por um sistema de colectores, os quais ligam directamente às três estações elevatórias localizadas ao longo do percurso entre Porto Covo e a Herdade do Burrinho. Assim, e consoante as necessidades, o escoamento é efectuado por sistema gravítico ou elevatório.

O efluente tratado é lançado no Barranco do Burrinho, atingindo posteriormente o mar.

Esta ETAR está preparada para receber um caudal médio diário de 1.190 m³/dia, valor ao qual corresponde o somatório da população residente e flutuante num total de 10.000 equivalente populacional (e.p.).

Em termos genéricos, o sistema é constituído por:

- 3 Estações elevatórias, que por sua vez, são compostas por:
 - ✓ Órgãos de chegada;
 - ✓ Sistema de bombagem;
 - ✓ Órgãos de controlo de funcionamento;
 - ✓ Quadro de protecção e comando.
- Estação de Tratamento de Águas Residuais;

A ligação entre os edifícios e as estações elevatórias, é garantida por uma rede de colectores, (sendo estas condutas do tipo gravítico), e a ligação entre as estações elevatórias e a ETAR é assegurada por condutas elevatórias e/ou gravíticas.

Quanto à ETAR de Porto Côvo, esta é constituída pelas seguintes etapas:

- Gradagem;
- Desarenamento;
- Tratamento secundário, por lamas activadas;
- Tratamento terciário, através de uma lagoa de maturação;
- Secagem de lamas, através de leitos de secagem.

Na Figura 1.2 apresenta-se o diagrama linear da instalação:

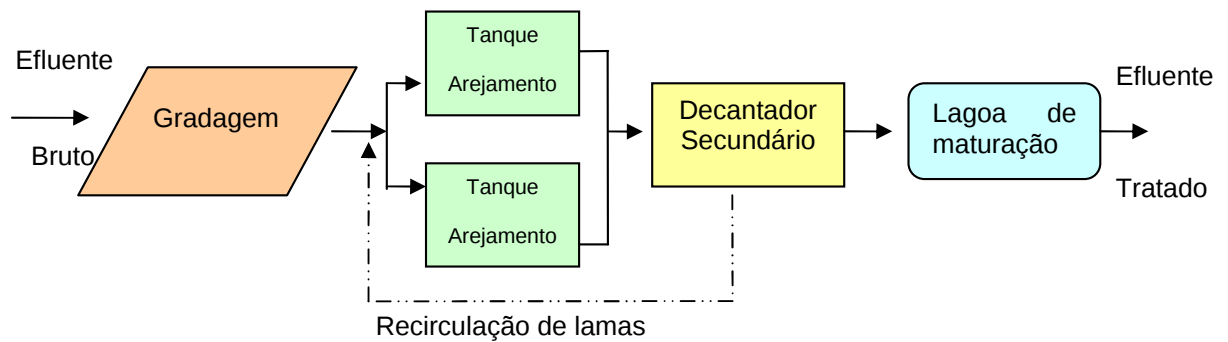


Figura 1.2 – Diagrama linear da ETAR de Porto Côvo

Seguidamente, proceder-se-á a uma descrição mais pormenorizada da linha de tratamento.

1.1.1 Fase Líquida

1.1.1.1 Gradagem

Com o objectivo de remover os sólidos mais grosseiros, protegendo as etapas de tratamento seguintes, é efectuada uma gradagem, através de uma grade de limpeza mecânica, cujo funcionamento é temporizado.

Existe ainda uma grade de limpeza manual, a qual funcionará como reserva da primeira, em caso de necessidade.

1.1.1.2 Desarenamento

Após a fase de gradagem, as águas residuais afluem a dois canais de secção trapezoidal, para remoção das areias. Estes canais funcionam em alternado, com recurso a manobras por comportas.

As areias que aqui ficam retidas são, posteriormente, acondicionadas e conduzidas ao seu destino final.

1.1.1.3 Medição e Registo de Caudal

Igualmente após a gradagem, as águas residuais seguem para um canal de medição do tipo Parshall, sendo o caudal quantificado por medição do nível, através de equipamento de ultra-sons. O resultado dessas medições encontra-se visível no edifício de exploração, sendo possível efectuar a leitura do caudal instantâneo e também do caudal total recebido até ao momento.

1.1.1.4 Tratamento Secundário

O efluente líquido segue, por lamas activadas em arejamento prolongado, para o tratamento secundário, o qual pode ser dividido em diversas fases, a saber:

- Tanques de arejamento, equipados com turbinas superficiais, onde se encontra o licor misto;
- Decantador secundário, onde ocorre a separação entre a fase sólida e a fase líquida;
- Recirculação das lamas, para alimentação, dos tanques biológicos.

1.1.1.4.1 Tanques de Arejamento

Nestes órgãos vai ocorrer a oxidação da matéria orgânica por acção da flora microbiana presente, sendo o oxigénio necessário fornecido por meio de turbinas superficiais.

O funcionamento destas turbinas é comandado por temporizadores, os quais permitem definir a duração dos ciclos de arranque/paragem daqueles equipamentos, podendo a regulação ser feita em intervalos de tempo de 15 minutos. Assim, e consoante o teor em oxigénio dissolvido nos tanques de arejamento, é possível

ajustar o funcionamento das turbinas, diminuindo ou aumentando o tempo de trabalho e paragem, de forma a obter as condições mais favoráveis ao desenvolvimento da flora microbiana. Por outro lado, a existência dos temporizadores permite ainda uma rentabilização do consumo de energia por parte destes equipamentos, evitando situações de trabalho excessivo e desnecessário.

Devido ao facto de Porto Côvo ser uma zona com características marcadamente turísticas, o volume de efluente produzido apresenta uma variação muito acentuada entre o período de Verão e o de Inverno. Por esta razão, existem dois tanques de arejamento, os quais podem funcionar separadamente ou em simultâneo, sendo esta selecção efectuada através de manobras com comportas. Desta forma, é possível por um lado rentabilizar a energia consumida pelo trabalho dos arejadores (um por tanque) e, por outro, obter melhores resultados em termos do próprio tratamento, evitando tempos de retenção demasiado longos.

A alimentação em efluente bruto é feita de uma forma repartida, através de orifícios existentes no canal de admissão aos tanques de arejamento. Quanto à saída do licor misto, efectua-se através de uma válvula telescópica (uma para cada tanque de arejamento).

1.1.1.4.2 Decantação Secundária

No decantador secundário, ocorre a separação das lamas biológicas da água decantada, sendo igualmente capturada a fracção de gorduras e outros sólidos flutuantes que ainda não tenham sido removidas ou degradadas nas fases de tratamento anteriores.

Este decantador encontra-se equipado com duas pontes: uma raspadora de fundo, com o objectivo de conduzir as lamas decantadas para a zona central deste órgão, a

partir de onde são extraídas graviticamente e uma ponte superficial, para remoção das gorduras, as quais são arrastadas e conduzidas por acção desta até uma caixa existente na periferia do decantador, sendo depois extraídas graviticamente.

Tanto as lamas como as gorduras são posteriormente conduzidas até ao poço de recirculação de lamas.

Quanto à água decantada, é descarregada numa caleira disposta na periferia do decantador, seguindo depois para uma lagoa de maturação.

1.1.1.4.3 Recirculação

Com o objectivo de manter a concentração nos tanques de arejamento, uma parte das lamas provenientes do decantador secundário são reenviadas a partir deste poço para os tanques de arejamento. As excedentes são removidas e depositadas em leitos de secagem.

Para que seja possível controlar o caudal de lamas extraídas a partir do decantador secundário, a admissão destas lamas no poço de recirculação é feita através de uma válvula telescópica.

Tanto a recirculação como a extracção das lamas em excesso são efectuadas recorrendo a duas bombas submersíveis, sendo uma reserva mecânica da outra. Uma vez que estas bombas desempenham as duas funções, a operação de extracção das lamas em excesso, realizada apenas quando necessário, implica a manobra de válvulas, as quais se encontram instaladas numa caixa junto ao poço de recirculação.

A extracção das lamas em excesso depende, maioritariamente, da concentração do licor misto nos tanques de arejamento e da concentração das lamas a recircular. No

entanto, é recomendável proceder a extracções periódicas, de forma a remover do sistema as lamas "envelhecidas", as quais já apresentam uma capacidade de degradação da matéria orgânica muito reduzida e podem ainda originar problemas ao nível da decantação secundária (arrastamento de placas de lamas até à superfície e desnitrificação).

Os ciclos de arranque/paragem das bombas de recirculação, que funcionam em automático, são comandados por bóias de nível.

A abertura da válvula telescópica de admissão das lamas provenientes do decantador secundário deve ser regulada de maneira a que sejam evitados arranques repetidos num espaço de tempo demasiado curto por parte das bombas de recirculação e, ao mesmo tempo, garantir uma taxa de recirculação que seja a mais favorável e evitar a acumulação excessiva e "envelhecimento" das lamas no decantador secundário.

1.1.1.5 Tratamento terciário

A fase final do tratamento da fase líquida é efectuada numa lagoa de maturação, o que corresponde já a um tratamento terciário.

1.1.2 Fase Sólida

1.1.2.1 Leitos de secagem

Com vista à secagem das lamas em excesso, existem 7 leitos de secagem, cuja selecção é efectuada através da manobra de comportas.

A água das escorrências proveniente destes leitos é conduzida, de novo, ao poço de recirculação. Relativamente às lamas, e uma vez que estas se apresentem com um

aspecto seco, são removidas e devidamente acondicionadas, seguindo depois para o seu destino final.

1.2 Temperatura do ar em Porto Côvo

A temperatura é um factor ambiental de extrema importância em qualquer processo biológico, tendo influência nas actividades metabólicas da população microbiana, inibindo ou favorecendo seu crescimento (CARRASCO, 1992).

Desta forma, a caracterização da temperatura média do ar na região de instalação da ETAR é de grande importância para o seu funcionamento.

Recorreu-se ao Instituto de Meteorologia de Portugal, para avaliar as tendências dos valores médios da temperatura do ar na região. Elegeu-se o ano de 2008 para comparação com os valores da estação meteorológica da APS para o porto de Sines.

Na Figura 1.3 apresenta-se a distribuição espacial da temperatura mínima para Janeiro de 2008.

Média da Temperatura Mínima do Ar - Janeiro de 2008
Minimum Air Temperature - January 2008

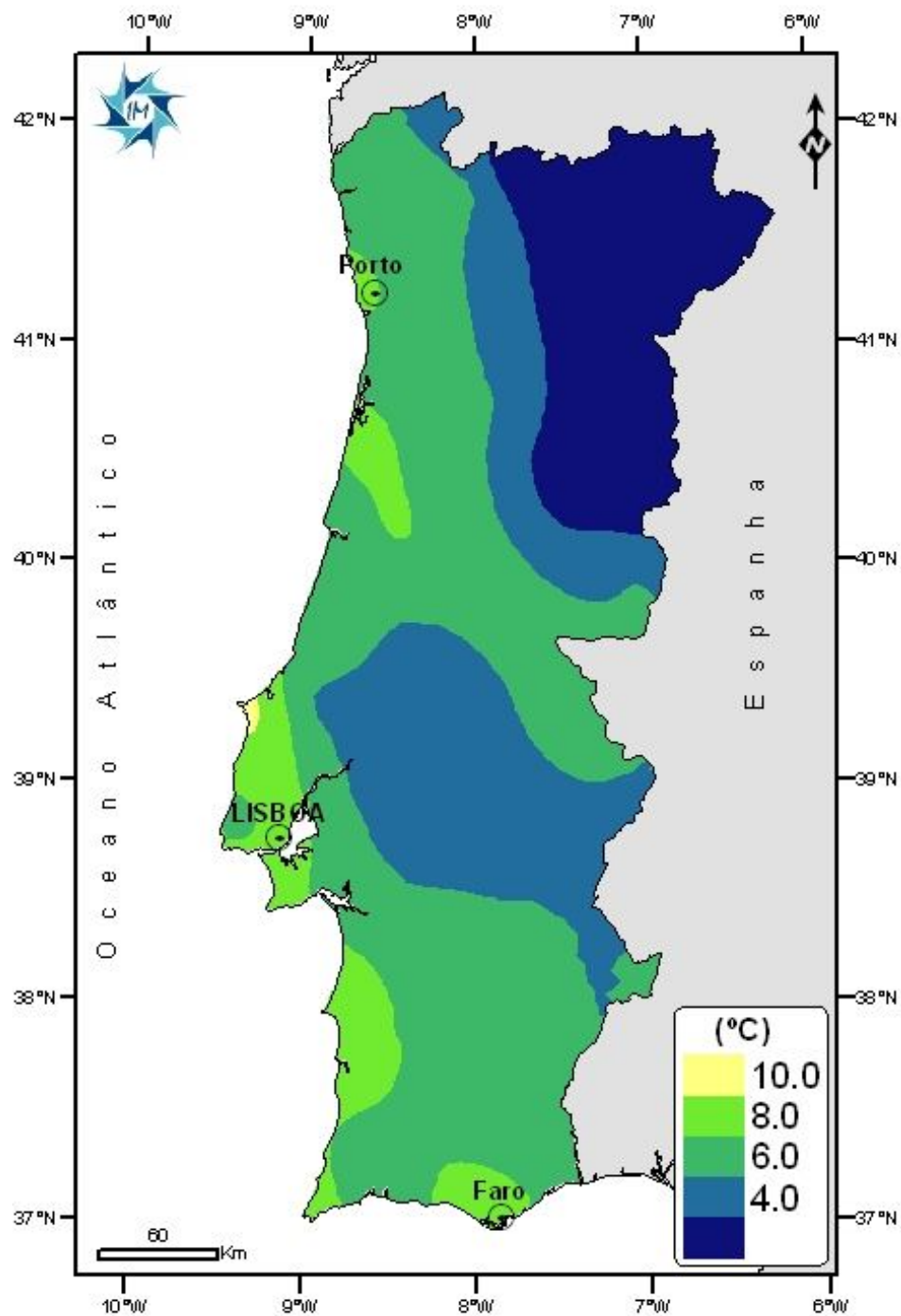


Figura 1.3– Distribuição espacial da temperatura mínima do ar Janeiro 2008¹

¹ <http://www.meteo.pt/resources.www/data/clima/mapas.graficos/wtefHENIVkZXuJcyGyid/mtnme200801.jpg>

Na Figura 1.4 apresenta-se a distribuição espacial da temperatura máxima para Janeiro de 2008.

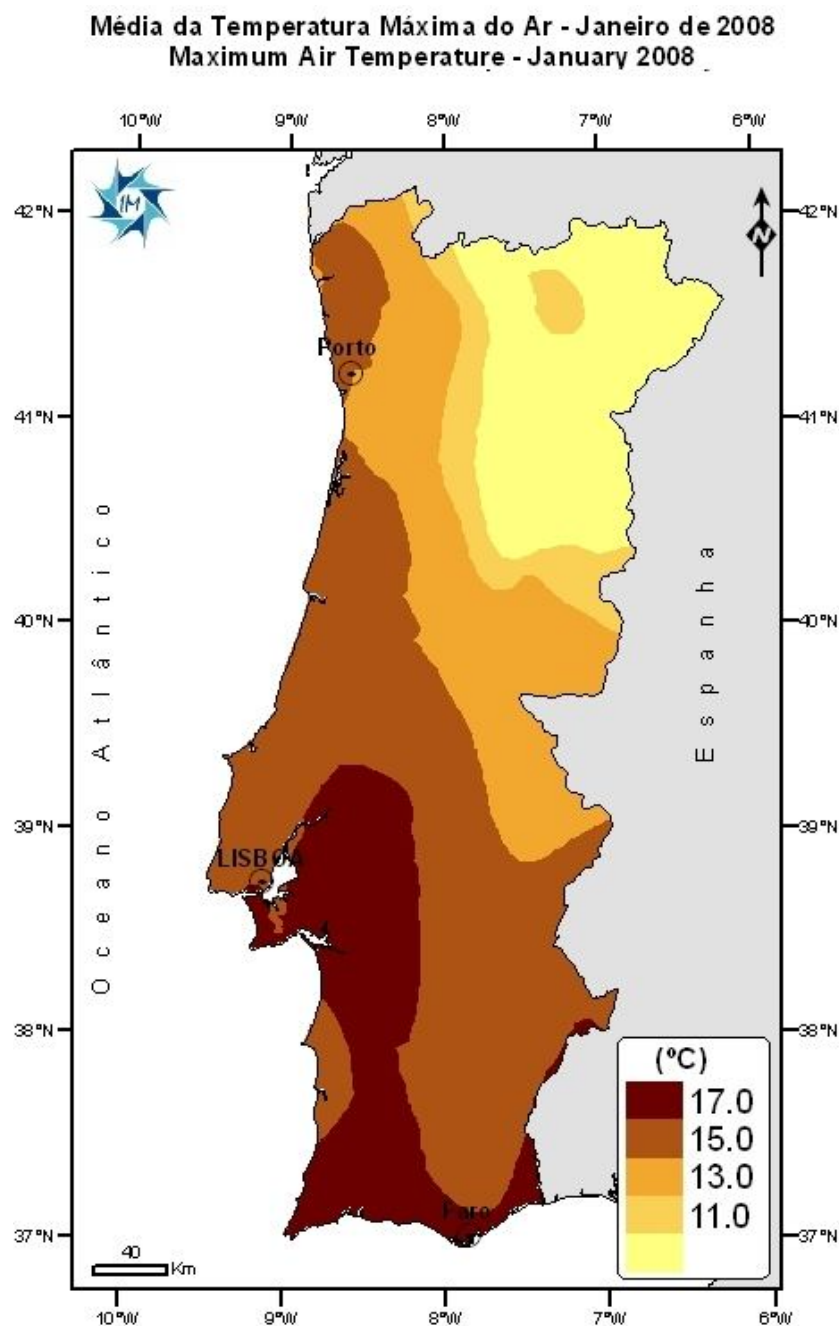


Figura 1.4– Distribuição espacial da temperatura máxima do ar Janeiro 2008²

² <http://www.meteo.pt/resources.www/data/clima/mapas.graficos/QYEezVeNHdpwdeyEsVTO/mtxme200801.jpg>

Na Figura 1.5 apresenta-se a distribuição espacial da temperatura média para Janeiro de 2008.

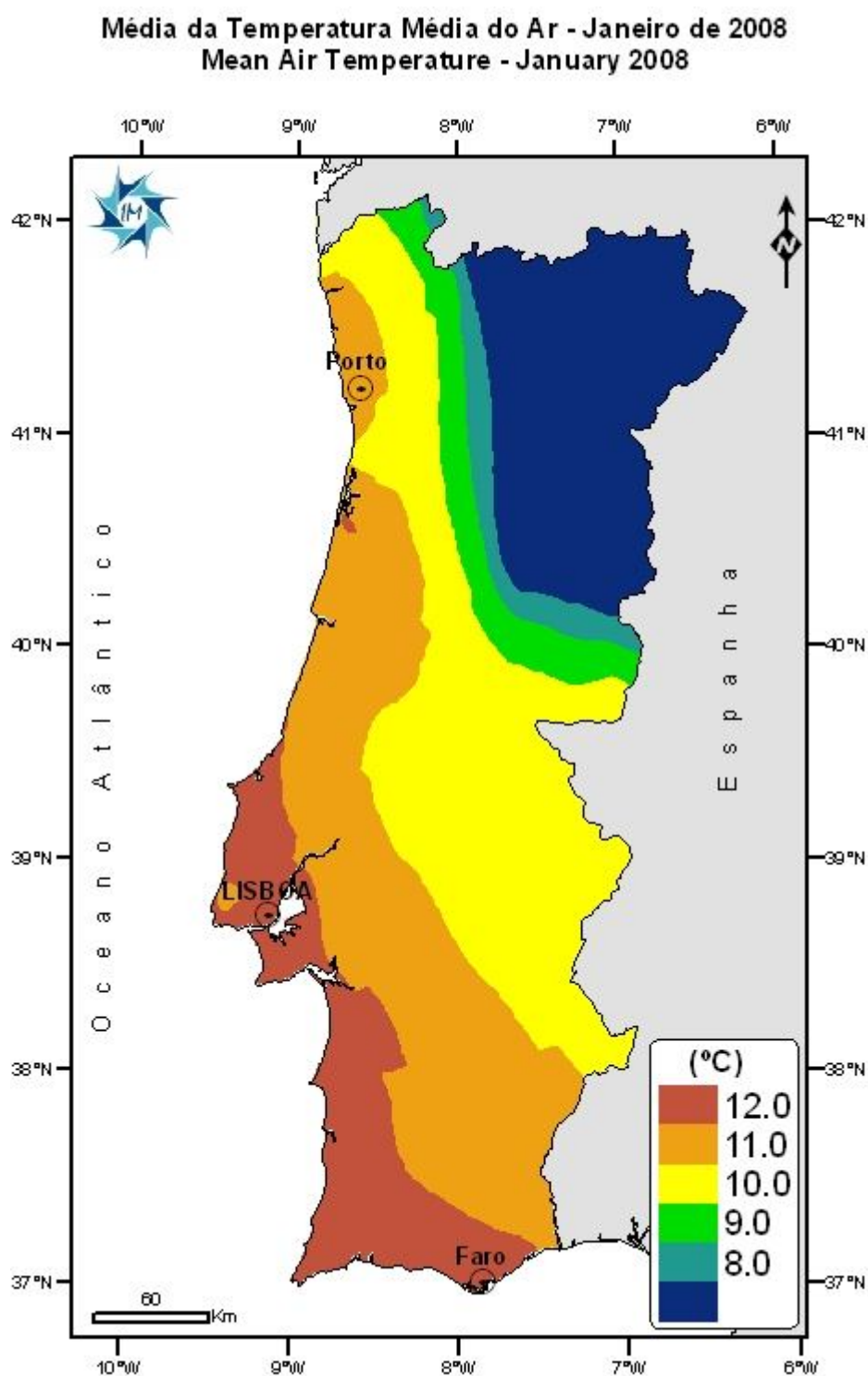


Figura 1.5– Distribuição espacial da temperatura máxima do ar Janeiro 2008³

³ <http://www.meteo.pt/resources.www/data/clima/mapas.graficos/KeNAiVrxvQdygMcKnOfS/mttme200801.jpg>

Em relação aos dados da estação meteorológica da APS para o porto de Sines, referentes ao ano de 2008, e recolhidos diariamente em intervalos de 10 minutos, apresenta-se no quadro 1.1, um resumo estatístico de forma a caracterizar a temperatura média do ar na região.

Quadro 1.1- Dados relativos ao ano de 2008 para a estação meteorológica da APS

Número total de dados	51603	100,00%
Número de dados > média	25632	49,67%
Número de dados < média	25870	50,13%
Número de dados < 10°C	1427	2,77%
Numero de dados > 20°C	3299	6,39%
Média	15,96 °C	
Moda	18,17 °C	
Desvio padrão	2,93 °C	
Mínimo	4,11 °C	
Máximo	28,02 °C	
Mediana	15,92 °C	

Ao analisar os dados do Instituto de Meteorologia de Portugal e da estação meteorológica da APS para o porto de Sines, pode-se concluir que a temperatura média do ar é de cerca de 16°C e que em apenas 3% do ano é que se registam temperaturas abaixo dos 10°C.

2 Diagnóstico de exploração da ETAR de Porto Côvo

2.1 Caudais

O presente capítulo sumariza os aspectos mais relevantes que caracterizam a exploração e manutenção do sistema de tratamento de Porto Côvo, constituído por três Estações Elevatórias e pela ETAR.

O volume de água residual afluyente à ETAR é obtido através da medição efectuada pelo caudalímetro instalado no canal Parshall, sendo as leituras e os respectivos registos efectuados todos os dias, sensivelmente à mesma hora.

Apresenta-se de seguida o Quadro 2.1 e o respectivo gráfico, na Figura 2.1, com os valores de caudal médio mensal registados ao longo dos anos de 2000 a 2008.

Quadro 2.1- Valores de caudal médio mensal registados ao longo dos anos

Mês	Caudal mensal (m ³ /mês)								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan.	4.071,0	14.607,0	4.171,0	7.502,0	4.326,0	3.315,0	4.306,0	4.043,0	5.143,0
Fev.	3.401,0	7.837,0	3.533,0	6.612,0	5.194,0	2.896,0	4.220,0	5.777,0	2.463,0
Mar.	5.117,0	10.920,0	5.670,0	6.815,0	4.736,0	3.796,0	7.893,0	3.958,0	3.375,0
Abr.	6.992,0	6.194,0	6.047,0	9.136,0	6.052,0	4.090,0	7.382,0	5.203,0	3.265,0
Mai.	5.577,0	5.059,0	4.364,0	6.528,0	4.847,0	4.988,0	5.182,0	5.446,0	2.769,0
Jun.	6.325,0	7.163,0	5.116,0	8.187,0	7.988,0	7.809,0	7.537,0	7.000,0	6.743,0
Jul.	11.705,0	11.678,0	10.823,0	12.224,0	13.370,0	13.857,0	13.982,0	12.595,0	11.583,0
Ago.	18.478,0	17.943,0	19.102,0	19.280,0	20.109,0	20.440,0	20.558,0	19.485,0	17.989,0
Set.	6.954,0	7.130,0	7.678,0	7.661,0	9.032,0	7.227,0	7.836,0	8.036,0	7.617,0
Out.	4.199,0	4.451,0	5.191,0	5.105,0	5.616,0	5.327,0	7.297,0	4.252,0	3.481,0
Nov.	4.365,0	4.445,0	7.369,0	4.829,0	3.426,0	6.224,0	9.177,0	3.657,0	2.972,0
Dez.	14.118,0	5.554,0	7.810,0	5.772,0	2.679,0	5.514,0	6.188,0	3.808,0	6.430,4

Média	7.608,5	8.581,8	7.239,5	8.304,3	7.281,3	7.123,6	8.463,2	6.938,3	6.152,5
Máximo	18.478,0	17.943,0	19.102,0	19.280,0	20.109,0	20.440,0	20.558,0	19.485,0	17.989,0
Mínimo	3.401,0	4.445,0	3.533,0	4.829,0	2.679,0	2.896,0	4.220,0	3.657,0	2.463,0
Total	91.302,0	102.981,0	86.874,0	99.651,0	87.375,0	85.483,0	101.558,0	83.260,0	73.830,4

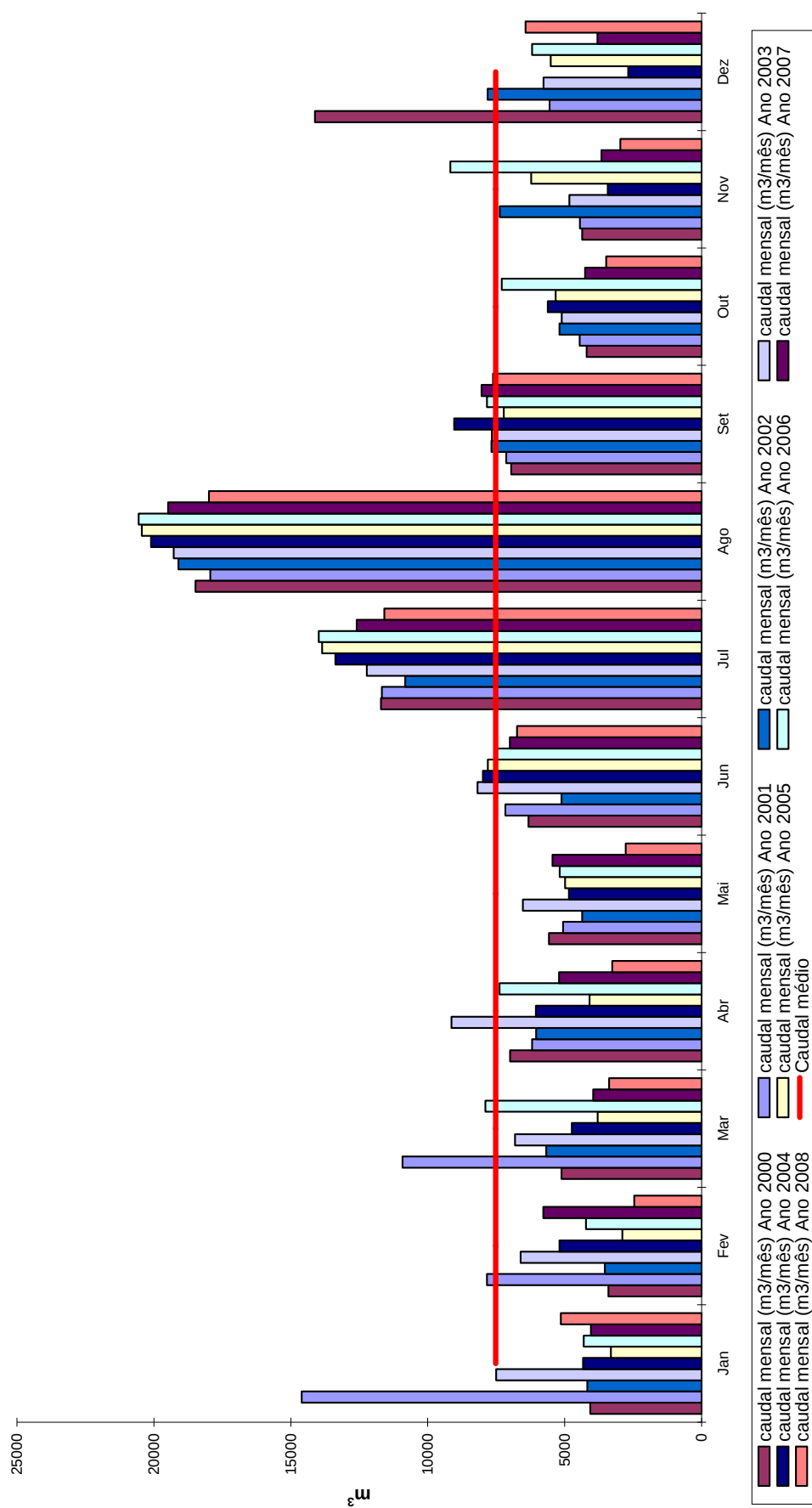


Figura 2.1 - Valores de caudal médio mensal registados ao longo dos anos.

Tal como era de esperar, atendendo às características marcadamente turísticas de Porto Côvo, verificou-se uma acentuada variação no caudal e nas cargas poluentes recebidas durante os períodos de Inverno e de Verão, em reflexo da grande oscilação na população servida por este sistema de tratamento.

De facto, o volume de efluente registado durante a época alta (meses de Julho e Agosto) tem sido de cerca de 35% do volume total anual. O valor máximo de caudal foi atingido durante o mês de Agosto de 2006, com 20.558 m³, e o mínimo em Fevereiro de 2008 com 2.463 m³.

No que se refere às cargas poluentes, estas seguiram a mesma tendência de variação do caudal, pelo que os valores mais elevados foram atingidos nos meses de Verão, enquanto que aos meses de Inverno corresponderam os mais reduzidos, em virtude do acentuado decréscimo na população servida.

O aumento nas cargas poluentes recebidas na ETAR, nos meses de Verão, provocam um acentuado acréscimo nas cargas mássica e volúmica do Tanque de Arejamento, pelo que se torna necessário recorrer à colocação em serviço dos dois tanques de arejamento, no sentido de dotar a fase biológica com a capacidade de tratamento necessária para fazer face às novas condições de funcionamento.

No entanto, e em termos dos valores médios obtidos para as cargas mássicas e volúmicas nos dois tanques de arejamento, estes situaram-se dentro das gamas consideradas como mais favoráveis para sistemas de lamas activadas de baixa carga ou arejamento prolongado pela literatura da especialidade, ou seja, a carga mássica deverá apresentar valores no intervalo de 0,02 a 0,15, enquanto que a carga volúmica deverá situar-se abaixo de 0,5, o que de facto se verificou.

No âmbito da exploração desta instalação de tratamento, e para além dos problemas

acima relatados, devem destacar-se também as dificuldades originadas pelo facto de as lamas em excesso serem extraídas para leitos de secagem.

Em termos da qualidade do efluente tratado, e procedendo à comparação dos resultados analíticos obtidos e das eficiências de remoção com os valores estipulados pela legislação aplicável a esta ETAR, ou seja, a Licença de Descarga nº10/96-DSA/DUDH e o Decreto-Lei Nº152/97 de 19 de Junho, pode concluir-se que os parâmetros que se revelaram mais problemáticos foram o Azoto total, o Fósforo total, os Coliformes totais e fecais.

2.2 Características qualitativas

2.2.1 Resultados Analíticos

Apresenta-se, no Anexo I, uma série de quadros com as concentrações médias mensais para os vários parâmetros analisados nas amostras recolhidas de Efluente Bruto e Efluente Tratado, durante os anos de 2000 a 2008.

Os resultados analíticos referentes ao ano de 2008 foram desprezados na análise seguinte em virtude de reflectirem várias situações de deficientes condições de exploração, manutenção e conservação da ETAR de Porto Côvo e respectivas estações elevatórias, por parte da empresa contratualizada para a prestação de serviços de “Exploração, Manutenção e Conservação da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Porto Côvo e Estações Elevatórias”, situação esta que culminou com a rescisão do contrato de Exploração, Manutenção da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Porto Côvo e Estações Elevatórias, e a consequente entrega das instalações à posse e gestão da Câmara Municipal de Sines.

Através da análise dos quadros em anexo, observa-se que a concentração média em SST para o efluente bruto foi de 153 mg/L, com o valor máximo de 325 mg/L,

correspondente ao mês de Agosto de 2000, e um mínimo de 66 mg/L, registado para o mês de Março de 2001. Quanto ao efluente tratado, a concentração média foi de 43 mg/L, com um máximo de 99 mg/L, para Dezembro de 2007, e um mínimo de 7 mg/L, correspondente ao mês de Abril de 2006.

Em termos do parâmetro CQO, a concentração média no efluente bruto foi de 534 mg/L, com um valor máximo de 906 mg/L, para o mês de Agosto de 2002, e um mínimo de 103 mg/L, para Março 2001. Para o efluente tratado, a concentração média foi de 100 mg/L, com um máximo de 170 mg/L, atingido no mês de Agosto de 2004, e um mínimo de 43 mg/L, para Janeiro de 2006.

Para a CBO₅, verificou-se que a concentração média no efluente bruto foi de 293 mg/L, com um valor máximo de 743 mg/L, para o mês de Agosto de 2003, e um mínimo de 46 mg/L, para Janeiro de 2001. Relativamente ao efluente tratado, a concentração média foi de 27 mg/L, com um valor máximo de 91 mg/L, para o mês de Setembro de 2006, e um mínimo de 3 mg/L verificado nos meses de Março de 2006 e 2007.

Relativamente aos óleos/gorduras, a concentração média no efluente bruto foi de 29,9 mg/L, com um valor máximo de 129,0 mg/L, para o mês de Fevereiro de 2000, e um mínimo de 0,8 mg/L, para Janeiro de 2001. Para o efluente tratado, a concentração média foi de 1,23 mg/L, com um máximo de 9,10 mg/L para Agosto 2003, e um mínimo de 0,01 mg/L, registado para o mês de Janeiro de 2002.

Quanto ao parâmetro Azoto total, verificou-se que a concentração média no efluente bruto foi de 94,4 mg/L, com um valor máximo de 242,0 mg/L, para o mês de Abril de 2004, e um mínimo de 15,8 mg/L, para Novembro de 2006. Relativamente ao efluente tratado, a concentração média foi de 38,4 mg/L, com um valor máximo de 126,0 mg/L, para o mês de Agosto de 2004, e um mínimo de 6,0 mg/L, para Abril de 2000.

Em termos do Fósforo total, a concentração média no efluente bruto foi de 23,8 mg/L, com um valor máximo de 180,5 mg/L, para o mês de Agosto de 2004, e um mínimo de 1,7 mg/L, para Janeiro de 2001. Para o efluente tratado, a concentração média foi de 10,0 mg/L, com um máximo de 27,6 mg/L, atingido no mês de Abril de 2007, e um mínimo de 0,7 mg/L, para Janeiro de 2001.

Por último, e no que se refere aos Agentes tensioactivos, a concentração média no efluente bruto foi de 7,15 mg/L, com um valor máximo de 42,89 mg/L, para o mês de Agosto de 2006, e um mínimo de 2,57 mg/L, para Julho. No efluente tratado, a concentração média foi de 1,38 mg/L, com um valor máximo de 4,88 mg/L, para o mês de Dezembro, e um mínimo de 0,04 mg/L, para Janeiro de 2001.

Pela observação dos elementos apresentados, podem tirar-se algumas conclusões a respeito do comportamento da linha de tratamento da ETAR de Porto Côvo, face à variação das concentrações de cada parâmetro no efluente bruto.

Assim, as linhas representativas da evolução das concentrações médias mensais de cada parâmetro para o efluente bruto e tratado evidenciaram um “andamento” dependente, ou seja, as variações registadas no efluente bruto repercutiram-se, em maior ou menor escala, dependendo do parâmetro, no efluente tratado. Os picos observados ocorreram principalmente no Verão, época do ano em que o efluente se mostrou mais carregado, reflectindo o significativo aumento na população servida por este sistema de tratamento.

Pelo contrário, as concentrações mais reduzidas foram obtidas nos meses de Inverno, em virtude, por um lado, do acentuado decréscimo na população servida e, por outro, da precipitação registada e que provocou um efeito de diluição do efluente bruto.

2.2.2 Cargas poluentes eliminadas

Com base nos caudais de afluente recebido na ETAR e nos resultados analíticos obtidos, procedeu-se ao cálculo das cargas poluentes eliminadas para cada parâmetro, ao longo da linha de tratamento, cujos valores se apresentam no quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Carga poluente eliminada (Kg/mês).

	Carga poluente eliminada (Kg/mês)						
	SST	CQO	CBO ₅	Óleos e gorduras	Azoto Total	Fósforo Total	Agentes tensioactivos
2000	18.647	51.036	27.932	4.542	6.729	1.042	501
2001	13.443	43.719	27.880	1.958	10.538	1.530	347
2002	16.047	55.242	32.704	2.041	9.055	1.417	407
2003	14.253	55.475	37.697	2.266	8.523	3.555	380
2004	14.610	52.503	23.211	-	11.596	6.631	579
2005	15.023	54.654	33.287	1.918	11.310	2.803	1.289
2006	14.491	49.948	27.349	2.900	7.514	2.240	1.686
2007	12.960	51.555	25.879	2.789	9.650	1.329	453

A partir dos resultados analíticos, e atendendo a que nos dados de dimensionamento se distinguem duas condições de funcionamento, isto é, só com a contribuição da população residente (R), e com a população residente e flutuante (RF), procedeu-se à aplicação do mesmo critério quando se procedeu ao cálculo dos vários valores reais, no sentido de os converter em dados, de facto, directamente comparáveis.

Desta forma, os valores apresentados para as condições reais de funcionamento foram obtidos considerando a divisão do ano em dois períodos: um englobando os meses de Julho e Agosto, correspondente à contribuição da população residente e flutuante, e

outro englobando os restantes meses do ano, em que se considera somente a contribuição da população residente.

Apresenta-se assim, o quadro 2.3, onde se encontram resumidos todos os dados referidos.

Quadro 2.3 - Dados de funcionamento verificados na ETAR de Porto Côvo.

Fase		Caudal (m³/dia)	Concentrações (mg/L)						Eficiência de remoção (%)		
			Efluente Bruto			Efluente Tratado					
			SST	CQO	CBO ₅	SST	CQO	CBO ₅	SST	CQO	CBO ₅
Início projecto	R	250	280	432	216	40	40	150	86	81	65
	RF	1.000	600	926	463	40	40	150	93	91	84
2000	R	202	162	518	241	46	24	105	70	89	79
	RF	487	292	687	458	54	42	132	82	90	80
2001	R	242	123	378	235	30	24	88	76	85	70
	RF	478	162	648	439	43	36	107	72	92	83
2002	R	188	160	561	327	33	34	104	79	89	81
	RF	483	224	780	484	52	36	110	76	93	86
2003	R	225	127	453	269	45	27	95	64	89	78
	RF	508	173	739	571	62	33	130	63	93	82
2004	R	178	153	571	255	51	23	88	67	91	84
	RF	540	187	658	282	84	30	158	55	89	75
2005	R	169	169	618	353	58	38	118	65	89	79
	RF	553	185	705	437	55	31	119	71	93	83
2006	R	221	115	363	172	23	16	74	81	92	77
	RF	557	188	736	443	55	49	113	72	90	85
2007	R	169	146	524	268	33	17	91	74	94	82
	RF	517	165	738	350	46	20	111	72	94	85

Assim, observou-se que o efluente bruto efectivamente recebido na ETAR apresentou características quantitativas e qualitativas significativamente diferentes das inicialmente previstas, registando-se caudais inferiores aos esperados e um afluente com menores cargas poluentes.

As diferenças são ainda mais acentuadas para o período de Verão, durante o qual as cargas em SST e CQO perfizeram, respectivamente, 32% e 75% dos valores previstos.

Quanto às eficiências de remoção associadas aos parâmetros considerados, constata-se que as verificadas na prática cumpriram as inicialmente estimadas, para os casos da CBO₅ e CQO no Inverno.

No que diz respeito aos SST, as eficiências obtidas, tanto no Verão como no período de Inverno, situaram-se aquém do previsto, facto que deverá ter origem no maior desvio existente, no caso específico deste parâmetro, entre os dados inicialmente estimados e os efectivamente verificados na prática.

2.2.3 Comparação com a legislação aplicável

No caso específico da ETAR de Porto Côvo, a qualidade do efluente tratado deverá obedecer aos limites estipulados nos seguintes diplomas:

- Licença de Descarga nº10/96-DSA/DUDH, a qual se reporta especificamente à ETAR em questão;
- Decreto-Lei nº152/97 de 19 de Junho, em conjunto com o Decreto-Lei nº348/98 de 9 de Novembro, os quais são aplicáveis a ETAR's que recebam efluentes de natureza urbana, como acontece com a de Porto Côvo;

A Licença de Descarga é mais abrangente, em termos do número de parâmetros para os quais estabelece limites de concentração a respeitar. No entanto, para a presente análise apenas se consideraram os parâmetros SST, CQO e CBO₅.

No Decreto-Lei nº152/97, o número de parâmetros considerado é mais restrito mas, para além de estipular os limites de concentração a respeitar, estabelece ainda as eficiências de remoção mínimas a atingir para cada um desses parâmetros. Assim,

para que os resultados analíticos estejam conformes com o estipulado neste diploma, deverá verificar-se pelo menos uma das condições, ou seja, a concentração do parâmetro em causa é inferior à referida no Decreto-Lei e/ou a eficiência de remoção atingida pela linha de tratamento para esse parâmetro é, no mínimo, igual à estipulada no diploma.

Através da análise do quadro 2.4, observa-se que relativamente aos parâmetros CQO e CBO₅, nos anos de 2000, 2002, 2003 e 2005, a sua concentração média excedeu, o limite imposto pela Licença de Descarga n.º 10/96-DSA/DUDH, embora tenha cumprido o exigido pelo Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de Junho.

Quadro 2.4 - Comparação com a legislação aplicável.

	Concentrações (mg/L)			Eficiência de remoção (%)		
	Efluente Tratado					
	SST	CQO	CBO₅	SST	CQO	CBO₅
Licença de descarga n.º 10/96-DSA/DUDH	60	94	38	-	-	-
Decreto-Lei n.º 152/97	150	125	25	-	75	70
2000	46	105	24	70	79	89
2001	30	88	24	76	70	85
2002	33	104	34	79	81	89
2003	45	95	27	64	78	89
2004	51	88	23	67	84	91
2005	58	118	38	65	79	89
2006	23	74	16	81	77	92
2007	33	91	17	74	82	94
2008	189	132	45	11	72	84

3 Actividades de Conservação, Manutenção e Exploração da ETAR de Porto Côvo

Uma ferramenta essencial na gestão de uma ETAR e Estações Elevatórias é o Manual de Exploração.

Nos últimos anos, tem-se verificado o desenvolvimento e implementação de legislação mais rigorosa e restritiva, quer sobre a qualidade de águas residuais tratadas, quer sobre condições de segurança. Adicionalmente, tem-se verificado a importância em assegurar o cumprimento rigoroso da legislação, optando assim por uma postura de defesa da qualidade de vida, nomeadamente nas suas vertentes de ambiente e saúde pública.

A fase de exploração de infra-estruturas de tratamento de águas residuais é determinante, pois se por um lado uma exploração medíocre impede a mais bem concebida e construída instalação de funcionar em condições correctas, por outro lado, é possível, com uma equipa de exploração competente e bem orientada, compensar eventuais deficiências. Para tal, é hoje em dia, imprescindível que uma equipa de operação/manutenção tenha a adequada formação profissional e seja dirigida por um conjunto de técnicos com formação e experiência nas áreas de processo de tratamento e de manutenção.

As várias actividades a desenvolver para assegurar a conservação, manutenção e exploração da ETAR de Porto Côvo foram descritas no Manual de Exploração, desenvolvido em paralelo com o presente trabalho, e são transcritas neste capítulo.

3.1 Operação das instalações

3.1.1 Estações Elevatórias

3.1.1.1 Modo de funcionamento

O afluente é admitido ao poço de bombagem, cujo nível é controlado por um sistema de bóias de nível que comandam o funcionamento, arranque e velocidade das bombas instaladas.

3.1.1.2 Instruções de exploração

De forma a garantir o bom funcionamento das Estações Elevatórias, as tarefas gerais de operação correntes nestas instalações são as seguintes:

- Proceder à limpeza com a frequência necessária, do sistema de gradagem, de forma a mantê-lo sempre operacional e em condições de salubridade;
- Inspeção com a periodicidade exigida pela variação de afluência de caudal ou sempre que se justifique, do estado de colmatação da grade, procedendo à remoção de todos os objectos que possam afectar o normal funcionamento do sistema de limpeza;
- Devem ser asseguradas as condições de higiene dos gradados armazenados, de forma a evitar que sejam inundados ou que entrem em decomposição;
- Verificação diária da eficiência de remoção de gradados, e avaliação do correcto funcionamento do equipamento.
- Manutenção adequada dos automatismos de arranque e paragem das

bombas;

- Procedimentos standards de lubrificação e manutenção periódica das bombas, de acordo com as especificações do fabricante;
- Lavagem por jacto de água e escovagem, se necessário, das paredes dos poços de bombagem;
- Gestão da distribuição dos tempos de trabalho de cada um dos grupos electrobomba, através do sistema de automação e controlo existente;
- Inspeccionar o funcionamento dos grupos electrobomba.

3.1.1.3 Problemas típicos

No quadro 3.1, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer nas EE e soluções possíveis.

Quadro 3.1 - Principais problemas que podem ocorrer nas EE e soluções possíveis.

Observação	Causa	Verificação	Solução
Caudal afluente intermitente ou com oscilações	Sensor de nível com afinação inadequada.	Testar o grau de afinação do sensor de nível.	Afinar os sensores.
	Capacidade hidráulica da estação excedida.	Testar a capacidade de projecto.	Construir um tanque de regularização hidráulica.
	Ligações ilegais ao sistema.	Verificar ligações aos colectores.	Cortar as ligações ilegais.
	Entrada de águas pluviais através de câmaras de visita ou de colectores partidos.	Verificar a vedação das tampas das câmaras de visita e os colectores.	Vedar ou reparar fendas nas coberturas de câmaras de visita. Reparar os colectores partidos.

Quadro 3.1 – Principais problemas que podem ocorrer nas EE e soluções possíveis. (continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Efluente escuro e com maus cheiros.	Operação inadequada.	Estação elevatória.	Reparar a E.E.
	Inclinação insuficiente no sistema de colectores.	Velocidade de escoamento nos colectores.	Limpar os colectores.
Grupo electrobomba não arranca	Defeito no circuito de controlo (arrancador, cabos eléctricos ou bóia).	Usar um medidor para testar os circuitos de ligação.	Substituir as partes com defeito.
	Defeito no motor.	Verificar o motor.	Substituir o motor.
	Bomba obstruída ou válvula fechada.	Proceder a inspecção visual.	Remover a obstrução.
Grupo electrobomba arranca mas eleva um caudal menor do que o normal	Bomba não escorvada.	Tubos de escorvar.	Remover ar.
	Impulsor obstruído.	Verificar obstruções.	Remover obstruções.
	Válvula parcialmente aberta.	Válvulas.	Abrir completamente as válvulas.
	Altura geométrica de compressão superior à prevista.	Altura geométrica de compressão.	Substituir o grupo elevatório ou apenas a bomba.
	Altura geométrica de aspiração superior à prevista.	Altura geométrica de aspiração.	Instalar a bomba a cota inferior.
	Grande fuga de água residual pelo buçim.	Confirmar a pressão da bomba a caudal nulo.	Apertar cuidadosamente o prensa estopas.
Bomba ou tubagem de aspiração obstruídas	Acumulação de gorduras	Verificar as gorduras acumuladas nas paredes da cuba de aspiração	Limpar frequentemente as paredes e o fundo esvaziando a cuba.

Quadro 3.1 – Principais problemas que podem ocorrer nas EE e soluções possíveis. (continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Níveis incorrectos no tanque de aspiração.	Sondas cobertas de detritos.	Bóias.	Limpar as bóias.
	Bóias presas	Bóias.	Remover a obstrução ou desprender as bóias.
	Bóias danificadas.	Bóias.	Reparar ou substituir as bóias.
	Entupimento no borbulhador.	Borbulhador	Limpar o borbulhador.
Aumento do consumo de energia	Bomba obstruída.	Volume diário e caudal máximo e mínimo.	Remover a obstrução da bomba.
	Veios desalinhados.	Verificar alinhamento.	Realinhar os veios.
Desgaste excessivo das bombas	Acumulação de areias no poço de aspiração	Verificar a erosão, a corrosão e o teor em sólidos flutuantes.	Remover a areia do poço de aspiração.
Chumaceiras ou bucins aquecem exageradamente	Aperto exagerado dos rolamentos ou da prensa estopas.	Inspeccionar o equipamento.	Corrigir o aperto.
	Lubrificação deficiente.	Verificar a lubrificação.	Lubrificar de acordo com as instruções do fabricante.
	Veios emperrados ou empanque deteriorado.	Inspeccionar os veios e o empanque.	Corrigir a avaria.

Fonte: Adaptado de LEVY

3.1.2 ETAR

3.1.2.1 Pré-Tratamento

3.1.2.1.1 Gradagem Mecânica

A gradagem constitui a operação preliminar a todo o processo de tratamento de águas residuais, de modo a eliminar as matérias grossas em suspensão e os flutuantes. A eliminação é realizada fazendo o efluente passar entre as barras de uma grade.

O bom funcionamento das grades é indispensável para evitar vários problemas de exploração nas etapas ulteriores do tratamento.

A obra compõe-se de duas linhas de gradagem, sendo uma equipada com grelha mecânica e outra com grelha manual (em by-pass).

3.1.2.1.2 Modo de funcionamento

A grade mecânica é limpa regularmente, sem relação com o grau real de entupimento das grades, num ciclo de tempo ajustável. Vários ciclos de limpeza podem ser efectuados cada vez que acaba a temporização.

A entrada em funcionamento da grade de reserva é manual e portanto é necessário efectuar a seguinte intervenção:

- A comporta de isolamento da grade de reserva deverá ser retirada.
- Paragem da grade mecânica, que passa a ficar em reserva.

3.1.2.1.3 Instruções de exploração

De forma a garantir o bom funcionamento da unidade de gradagem e o bom estado de

conservação do equipamento, o pessoal afecto à Exploração efectuará as operações seguidamente descritas.

As tarefas de operação associadas às grelhas instaladas são as seguintes:

- Inspecção com a periodicidade exigida pela variação de afluência de caudal ou sempre que se justifique, do estado de colmatção da gradagem, procedendo à remoção de todos objectos que possam afectar o normal funcionamento do sistema de limpeza;
- Inspecção diária do funcionamento do equipamento electromecânico de limpeza da gradagem, verificação periódica de ruídos, e vibrações;
- Lubrificação do equipamento de acordo com o plano de manutenção corrente e programada;
- Controlo e registo diário da quantidade de gradados removidos;
- Verificação diária da eficiência de remoção de gradados, e avaliação do correcto funcionamento do equipamento;
- Fazer as colheitas de amostras com as frequências definidas no Plano de Controlo Analítico;
- Limpeza com regularidade dos canais, das comportas e das paredes da obra de entrada para que esta se apresente sempre limpa e asseada;

3.1.2.1.4 Eliminações dos detritos

A frequência de eliminação dos resíduos armazenados depende da relação entre a acumulação diária e o espaço disponível. Deve-se evitar o transbordo dos resíduos nas áreas de transporte e de armazenamento a fim de prevenir a decomposição das

matérias orgânicas e o desenvolvimento de cheiros desagradáveis. Sempre que sejam detectados organismos patogênicos nos resíduos molhados, encontramos-nos perante um problema de higiene.

3.1.2.1.5 Problemas típicos

No quadro 3.2, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer na gradagem e soluções possíveis.

Quadro 3.2 - Principais problemas que podem ocorrer na gradagem e soluções possíveis

Observação	Causa	Verificação	Solução
Cheiros desagradáveis, moscas e outros insectos.	Acumulação de detritos.	Método e frequência de remoção de detritos.	Aumentar a frequência de remoção de detritos.
Excesso de areia na câmara.	Irregularidade do fundo do canal.	Regularidade do fundo.	Remover irregularidade ou corrigir a inclinação.
	Velocidade de escoamento baixa.	Velocidade de escoamento.	Aumentar a velocidade de escoamento, se possível ou lavar com água sob pressão.
Excessiva obstrução da grade.	Quantidade excessiva de detritos sólidos na água residual.	Espaçamento das grades e velocidade do escoamento.	Usar grades mais grossas.
	Frequência de limpeza inadequada.	Frequência de limpeza.	Identificar a origem dos detritos.
			Aumentar a frequência de limpeza da grade.

Fonte: Adaptado de LEVY

3.1.2.2 Desarenamento

O desarenamento tem como objectivo conter as partículas de um tamanho superior a 0,2 mm de maneira a:

- Limitar os depósitos nas obras
- Proteger os equipamentos contra a abrasão
- Evitar o entupimento das canalizações
- Não sobrecarregar os estádios seguintes de tratamento

Ao longo deste processo, utiliza-se o princípio da sedimentação das partículas de areia e de cascalho. A dificuldade consiste em recolher apenas as matérias minerais, evitando os depósitos das matérias orgânicas com rápida capacidade a entrar em fermentação, o que poderia gerar maus cheiros.

O desarenamento efectua-se por decantação, diminuindo a velocidade do escoamento dos efluentes.

3.1.2.2.1 Modo de funcionamento

A deposição de areias é efectuada graviticamente, conforme referido anteriormente. As areias são recolhidas no fundo do desarenador. As areias são removidas manualmente, com recurso a pás e raspadores.

3.1.2.2.2 Instruções de exploração

No sentido de garantir o bom funcionamento da unidade de desarenamento e o bom estado de conservação do equipamento, o pessoal afecto à Exploração efectuará as operações seguidamente descritas:

- Inspeção com a periodicidade exigida pela variação de afluência de caudal ou sempre que se justifique, do estado de colmatação do classificador, procedendo à remoção de todos objectos que possam afectar o normal funcionamento do sistema de limpeza;
- Controlo e registo diário da quantidade de areias removidos;
- Limpeza dos canais, comportas e obra de entrada para que esta se apresente sempre limpa;

3.1.2.2.3 Eliminações dos detritos

A frequência de eliminação das areias armazenadas depende da relação entre a acumulação diária e o espaço disponível. Deve-se evitar o transbordo dos resíduos nas áreas de transporte e de armazenamento, a fim de prevenir a decomposição das matérias orgânicas e o desenvolvimento de cheiros desagradáveis. Estamos perante um problema de higiene sempre que podem ser encontrados organismos patogénicos nos resíduos molhados.

3.1.2.2.4 Problemas típicos

No quadro 3.3, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer no desarenamento e soluções possíveis.

Quadro 3.3 - Principais problemas que podem ocorrer no desarenamento e soluções possíveis.

Observação	Causa	Verificação	Solução
Existência de areia a jusante do desarenador	Velocidade muito elevada no desarenador.	Velocidade do escoamento.	Reduzir a velocidade do escoamento, se possível.
	Velocidade de remoção de areia baixa.	Velocidade do equipamento de remoção.	Aumentar a velocidade.
Esgoto séptico, com óleos, gordura e produção de gases.	Formação de ácido sulfídrico.	Controlar o teor de sulfuretos.	Lavar a câmara e juntar hipoclorito.
	Lamas acumuladas no desarenador.	Verificar os detritos na câmara.	Lavar diariamente a câmara.
Areia removida cinzenta e com gordura.	Baixa velocidade de escoamento no sistema de remoção.	Usar matéria corante para testar a velocidade.	Aumentar a velocidade de escoamento no desarenador.
Fracá eficiência de remoção de areias	Velocidade excessiva em desarenadores em canal.	Velocidade.	Manter a velocidade próxima de 0,3 m/s.
	Baixo tempo de retenção.	Tempo de retenção.	Aumentar o tempo de retenção.
Camada de areia pouco espessa	Fundo liso.	Velocidade.	Manter a velocidade perto de 0,3 m/s.
			Aumentar o tempo de retenção.

Fonte: Adaptado de LEVY

3.1.2.3 Tratamento Secundário

3.1.2.3.1 Tanques de Arejamento

O tanque de arejamento constitui o elemento central do processo de tratamento. Nestes tanques, potencia-se o desenvolvimento de uma cultura de biomassa bacteriana que, no seu desenvolvimento, consome recursos existentes e disponíveis na água residual a ele afluyente (oxigénio, matéria orgânica, azoto e fósforo). Ao utilizar estes recursos no seu crescimento, processa-se a transição de fase líquido-sólido da poluição existente na água residual, sendo possível, posteriormente, separar, por processos gravíticos, a biomassa da água tratada.

O fornecimento de oxigénio é conseguido pela mistura ar/líquido, através da utilização de arejadores superficiais.

Para garantir a manutenção de condições de equilíbrio na concentração de biomassa nos tanques de arejamento, e potenciar o contacto da microfauna com a água residual, efectua-se a recirculação de lamas retiradas dos decantadores secundários.

A ETAR de Porto Côvo comporta uma distribuição uniforme das lamas recirculadas na totalidade do tanque. Teoricamente, a carga mássica é a mesma em todo o ponto do tanque. A concentração e a necessidade de oxigénio são idênticas para toda a extensão da obra.

3.1.2.3.1.1 Modo de funcionamento

Os arejadores têm um funcionamento sequencial, pré-definido por aplicação de horários de funcionamento/repouso. Esta definição de horários é possível através do sistema de supervisão.

A recirculação é garantida pelo funcionamento do grupo elevatório de recirculação,

cuja actividade se controla através de selecção manual ou automática.

3.1.2.3.1.2 Instruções de exploração

De forma a garantir o bom funcionamento dos tanques de arejamento e o bom estado de conservação do equipamento, o pessoal afecto à Exploração efectuará as operações seguidamente descritas:

- Regular as válvulas e as comportas de admissão de efluente;
- Verificar o funcionamento do sistema de recirculação de lamas;
- Realizar as colheitas de amostras no tanque de arejamento, de acordo com o programa de controlo analítico definido;
- Verificar através do sistema de controlo existente o funcionamento dos arejadores e restante equipamento electromecânico;
- Inspeccionar diariamente e visualmente a superfície da lâmina líquida, para verificação das condições de funcionamento dos tanques;
- Inspeccionar o funcionamento do equipamento electromecânico, nomeadamente os compressores.

3.1.2.3.1.3 Problemas típicos

No quadro 3.4, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer nos tanques de arejamento e soluções possíveis.

Quadro 3.4 - Principais problemas que podem ocorrer nos tanques de arejamento e soluções

Observação	Causa	Verificação	Solução
Lamas ascendentes à superfície no decantador secundário.	Predominam organismos filamentosos no líquido.	Exame microscópico para determinar a presença de organismos filamentosos.	Aumentar oxigênio dissolvido se for < 1 mg/l.
			Aumentar o pH.
			Suprir a deficiência de nutrientes se $CBOD_5$ /nutriente < 100 mg/l de $CBOD_5$ para 5 mg/l de N ou 1 mg/l de P.
			Adicionar 5-60 mg/l de cloro às lamas recirculadas até que o índice de Mohlmann < 150.
			Adicionar 50-200 mg/l de peróxido de hidrogênio no tanque de arejamento até que o índice de Mohlmann < 150.
			Aumentar o tempo de retenção.
			Aumentar a taxa de recirculação.
	Ocorrência de desnitrificação no decantador secundário. Bolhas de gás aderem às partículas de lamas as quais sobem no tanque.	Concentração de nitratos no decantador secundário.	Aumentar a taxa de recirculação.
			Aumentar o oxigênio dissolvido no tanque de arejamento.
			Reduzir o tempo de retenção.

Quadro 3.4 – Principais problemas que podem ocorrer nos tanques de arejamento e soluções.
(continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Espuma branca e espessa no tanque de arejamento.	Matéria total em suspensão muito baixa.	Verificar matéria total em suspensão (SST e SSV).	Diminuir extracção de lamas para aumentar a matéria em suspensão.
O pH do líquido é inferior a 6.7.	Ocorre nitrificação e a alcalinidade é baixa.	Verificar o teor de amoníaco do efluente e a alcalinidade no afluente.	Diminuir a idade das lamas aumentando a sua remoção.
	Afluência de águas residuais ácidas.	Determinar o pH do afluente.	Adicionar cal ou bicarbonato de sódio.
Camada de escumas castanho-escuro nos tanques de arejamento que não desaparece com jacto de água.	Tempo de retenção muito grande.	Verificar se o tempo de retenção é superior a 9 dias.	Determinar a origem e interromper a sua afluência ou reduzir previamente a acidez.
Flocos muito pequenos no decantador secundário causam turvação, embora o efluente tenha boa qualidade.	Excessiva turbulência no tanque de arejamento.	Oxigénio dissolvido no tanque de arejamento.	Aumentar a extracção de lamas e reduzir o tempo de retenção para um valor inferior a 9 dias.
	Lamas sobre-oxidadas.	Aparência das lamas.	Redução da agitação.
	Condições anaeróbias no tanque de arejamento.	Oxigénio dissolvido no tanque de arejamento.	Aumentar a extracção das lamas para diminuir o seu tempo de retenção.
	Sobrecarga tóxica.	Exame microscópico para detectar protozoários inactivos.	Aumentar o oxigénio dissolvido no tanque.
			Misturar lamas de outra estação, controlar a entrada de águas residuais industriais.

Quadro 3.4 – Principais problemas que podem ocorrer nos tanques de arejamento e soluções.

(continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Saída uniforme de lama através do descarregador do decantador secundário.	Razão de recirculação de lama inadequada.	Verificar sistema de recirculação.	Substituir a bomba
			Aumentar a taxa de recirculação e verificar a profundidade da lama.
			Limpar os tubos de recirculação.
Saída uniforme de lama através do descarregador do decantador secundário.	Sobrecarga hidráulica em alguns decantadores devido a uma distribuição não uniforme do caudal.	Verificar caudal distribuído para cada decantador.	Ajustar válvulas ou comportas para que a distribuição de caudal seja uniforme.
	Caudais de ponta afogam os descarregadores.	Verificar caudais de ponta.	Proceder à regularização do caudal ou ampliar a estação.
	Carga de sólidos muito elevada no decantador.	Verificar se a carga de sólidos superficial ultrapassa 7 kg/m ² .hora.	Aumentar a extracção de lamas.
Zonas anóxicas no tanque de arejamento.	Arejamento deficiente causando diminuição de oxigénio dissolvido.	Verificar o oxigénio dissolvido.	Aumentar o arejamento a fim de elevar a concentração de oxigénio dissolvido para 1 a 3 mg/l.

Quadro 3.4 – Principais problemas que podem ocorrer nos tanques de arejamento e soluções.

(continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
A concentração das lamas é inferior a 8000 mg/l.	Razão de circulação elevada.	Verificar sólidos suspensos e sedimentáveis.	Reduzir a taxa de recirculação.
	Crescimento de organismos filamentosos.	Exames microscópicos e Controlar o oxigénio dissolvido, o pH e os nutrientes.	Elevar o teor de oxigénio dissolvido, o pH e o teor de nutrientes.
Baixo teor de oxigénio dissolvido, embora o fornecimento de ar seja grande.	Sistema de arejamento inadequado.	Verificar o sistema de arejamento.	Aumentar o número de arejadores mecânicos.
	Carga orgânica demasiado elevada.		Ampliar a ETAR.

Fonte: Adaptado de LEVY

3.1.2.3.2 Decantação Secundária

O objectivo da decantação secundária é a separação das águas residuais, da biomassa e das matérias flutuantes oriundas do tanque de arejamento, antes que sejam enviadas, para a lagoa de maturação.

3.1.2.3.2.1 Modo de funcionamento

As pontes raspadoras têm um funcionamento contínuo, sendo apenas paradas por accionamento manual ou por limitação de binário.

3.1.2.3.2.2 Instruções de exploração

De forma a garantir o bom funcionamento da unidade de decantação e o bom estado

de conservação do equipamento, o pessoal afecto à Exploração efectuará as operações seguidamente descritas:

- Inspeccionar e regular diariamente as caleiras;
- Verificar o funcionamento do sistema de recirculação de lamas;
- Regular semanalmente as válvulas de extracção de lamas do decantador;
- Registar através do sistema de automação e controlo existente, o caudal das lamas recirculadas;
- Registar através do sistema de automação e controlo existente, o caudal das águas decantadas;
- Proceder periodicamente à limpeza e calibração das sondas de medição;
- Inspeccionar o funcionamento do equipamento electromecânico, nomeadamente das pontes raspadoras;
- Recolher amostras de efluente de acordo com o programa de controlo analítico definido;
- Controlar diariamente os parâmetros de funcionamento dos decantadores.

3.1.2.3.2.3 Problemas típicos

No quadro 3.5, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer no decantador secundário e soluções possíveis.

Quadro 3.5 - Principais problemas que podem ocorrer no decantador secundário e soluções possíveis.

Observação	Causa	Verificação	Solução
Obstrução das canalizações de lamas.	Lamas muito espessas e densas.	Inspecção visual.	Extracção das lamas, manualmente, ou por meio de jacto de ar, ou de água sob pressão:
	Baixa velocidade nas condutas de descarga.	Medir o caudal e a velocidade de descarga de lamas.	Lavar as condutas obstruídas em contra-corrente.
			Descarregar lamas com maior frequência.
			Verificar o estado das condutas de descarga de lamas.
Curto-circuito do caudal através do decantador.	Carga hidráulica excessiva.	Calcular carga hidráulica superficial.	Se possível, por outro decantador em serviço.
	Descarregadores desnivelados.	Inspecção visual.	Nivelar os descarregadores.
	Mau funcionamento do equipamento.		Substituir ou reparar o equipamento danificado (raspador, etc).
	Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e de areias no fundo do decantador.	Inspecção por meio de amostrado e de sonda.	Remover a acumulação excessiva de sólidos.
			Melhorar a eficiência do desarenador.

Quadro 3.5 – Principais problemas que podem ocorrer no decantador secundário e soluções possíveis. (continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Tensão de rolamento elevado na ponte raspadora.	Carga excessiva sobre os raspadores de lamas.	Verificar se os raspadores para ou se existe sobrecarga do motor;	Efectuar as reparações necessárias do equipamento.
		Medidor de binário indicando Binário excessivo.	Remover ou desfazer o gelo formado nas paredes e superfícies.
			Bombar lamas com maior frequência e, se necessário, com uma velocidade maior.
Tensão de rolamento elevado na ponte raspadora	Carga excessiva sobre os raspadores de lamas.	Medidor de binário indicando Binário excessivo	Esvaziar o decantador e extrair objectos que possam ter caído.
Desenvolvimento de algas nos descarregadores.	Acumulação de sólidos e/ou crescimento de plantas aquáticas nos descarregadores.	Inspeção visual.	Limpeza mais frequente e eficiente das superfícies.
			Pré-cloragem e raspagem das superfícies com maior frequência.

Quadro 3.5 – Principais problemas que podem ocorrer no decantador secundário e soluções possíveis. (continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Camada de lamas transbordando uniformemente pelos Descarregadores do decantador secundário.	Recirculação ou extracção de lamas insuficiente.	Verificar o funcionamento da bomba de recirculação/extracção de lamas.	Se o seu funcionamento for deficiente proceder à sua substituição ou reparação
			Se a bomba estiver em boas condições, aumentar a razão de recirculação/extracção de lamas e controlar, frequentemente, a espessura da camada de lamas. Mantê-la entre 30 e 90 cm de espessura. Quando a camada aumentar, aumentar a razão de recirculação/extracção de lamas.
			Limpar a conduta de recirculação/extracção de lamas se estiver obstruída.
	Carga hidráulica superficial excessiva.	Determinar a carga hidráulica e medir o caudal distribuído para cada decantador secundário.	Ajustar os valores de caudal e/ou distribuí-lo uniformemente. Se a carga hidráulica se mantiver elevada pôr, se possível, outro decantador em serviço.
	Caudais de ponta afogam os descarregadores.	Se a carga hidráulica em condições de ponta for superior a $2 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, esta é provavelmente a causa.	Construir um tanque de regularização de caudais ou ampliar a instalação.

Fonte: Adaptado de LEVY

3.1.2.4 Tratamento Terciário

3.1.2.4.1 Lagoa de Maturação

3.1.2.4.1.1 Modo de funcionamento

A lagoa de maturação é utilizada para tratamento terciário, de modo a reduzir o número de microrganismos patogénicos por acção dos raios ultra-violetas da radiação solar.

3.1.2.4.1.2 Instruções de exploração

No sentido de garantir o bom funcionamento da lagoa de maturação, o pessoal afecto à Exploração efectuará as operações seguidamente descritas:

- Analisar a qualidade do efluente relativamente aos parâmetros de controlo principais;
- Verificar se há erosão nos diques junto à linha de água;
- Verificar se os dispositivos de entrada e de saída do líquido estão limpos;
- Evitar a acumulação de sólidos flutuantes;
- Limpar as ervas daninhas dos diques e taludes;

3.1.2.4.1.3 Problemas típicos

No quadro 3.6, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer na lagoa de maturação e soluções possíveis.

Quadro 3.6 - Principais problemas que podem ocorrer na lagoa de maturação e soluções possíveis.

Observação	Causa	Verificação	Solução
Efluente de má qualidade.	Sobrecarga orgânica.	Determinar carga orgânica afluyente.	Adicionar nitrato de sódio à lagoas para proporcionar mais oxigénio.
	Substâncias tóxicas no afluyente.	Lagoas cor acastanhada.	Identificar e controlar as origens das cargas tóxicas.
	Diminuição de volume útil da lagoa causada pela acumulação de lamas.	Por meio de uma sonda controlar o nível de lamas.	Remover as lamas com mais frequência.
	Turvação excessiva devido à formação de escumas e massa algal.	Controlar a turvação.	Desfazer as escumas.
Não se mantém o nível de água na lagoa.	Perda de água.	Infiltrações pelos taludes.	Aplicar betonite argilosa na água da lagoa para vedar fugas.
Odores	Condições anaeróbias.	Controlar o nível de oxigénio.	Desfazer as escumas e lamas sépticas.
			Adicionar nitrato de sódio à lagoa.
			Pré-clorar o afluyente ao sistema de lagunagem.
			Recircular o efluente da lagoa.
Águas subterrâneas contaminadas.	Perda de água através do fundo e/ou taludes da lagoa.	Verificar a infiltração por meio de valas abertas em redor das lagoas.	Aplicar betonite argilosa na água da lagoa para vedar as fugas.

Quadro 3.6 – Principais problemas que podem ocorrer na lagoa de maturação e soluções possíveis.

(continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Desenvolvimento de insectos.	Acumulação de espuma e excessivo crescimento de plantas e caniços em zonas abrigadas da lagoa.	Inspeção visual.	Desfazer as escumas e remover as plantas e caniços. É conveniente usar uma embarcação.
			Aplicar insecticida.
	Acumulação de água fora das lagoas.		Cortar a vegetação da área envolvente às lagoas e drenar as águas estagnadas.
Tocas abertas nas margens e taludes.	Existência de roedores.	Inspeção visual.	Subir e descer o nível da lagoa frequentemente. Por meio de uma mangueira encher de água todas as tocas.
			Colocar uma camada de areia ou cascalho fino sobre os taludes.
Baixa concentração de oxigénio dissolvido.	Baixo crescimento algal.	Lagoa de cor acinzentada.	Remover ervas aquáticas e outros detritos de modo a aumentar a penetração da luz.
	Presença de ácido sulfídrico no afluente ao sistema.	Cheiro a ácido sulfídrico.	Clorar o afluente ao sistema.
	Tempo de retenção relativamente baixo.	Verificar se o tempo de retenção é baixo.	Evitar a afluência de esgoto séptico. Aumentar o tempo de retenção.

Fonte: Adaptado de LEVY

3.1.2.5 Tratamento de Lamas

3.1.2.5.1 Secagem de Lamas

O objectivo desta etapa é a secagem de lamas biológicas em excesso, sendo que a perda de humidade ocorre exclusivamente por acção de fenómenos naturais, principalmente pela evaporação da água em contacto com a atmosfera.

3.1.2.5.1.1 Modo de funcionamento

As lamas biológicas em excesso são enviadas, graviticamente, para leitos de secagem. A selecção dos leitos de secagem para onde as lamas são encaminhadas é efectuada através da manobra de comportas manuais.

Os leitos de secagem são tanques de planta rectangular, com uma camada filtrante de areia assente sobre uma camada de areão ou gravilha. Para incrementar o rendimento do processo, a camada filtrante é constituída por camadas sobrepostas de areia de diversas granulometrias.

No fundo do leito existe um sistema de drenagem das escorrências das lamas, constituído por um colector de manilhas simplesmente emboquilhadas. As escorrências são encaminhadas para o poço de recirculação. Para facilitar a drenagem, o leito apresenta uma ligeira inclinação na direcção do dreno.

3.1.2.5.1.2 Instruções de exploração

De molde a garantir o bom funcionamento da unidade de secagem das lamas e o bom estado de conservação da estrutura, o pessoal afecto à Exploração efectuará as operações seguidamente descritas:

- Retirar ervas e qualquer outro tipo de vegetação que se tenha

desenvolvido à superfície do leito;

- Verificar o estado de colmatção do meio poroso;
- Verificar o estado de secagem das lamas à superfície dos leitos;
- Verificar o estado de conservação da estrutura de betão e das comportas.

3.1.2.5.1.3 Problemas típicos

No quadro 3.7, apresentam-se os principais problemas que podem ocorrer leitos de secagem de lamas e soluções possíveis.

Quadro 3.7 - Principais problemas que podem ocorrer nos leitos de secagem de lamas e soluções possíveis.

Observação	Causa	Verificação	Solução
Condutas de lamas estão obstruídas.	Acumulação de areias e de sólidos nas condutas.	Verificar o sistema de drenagem.	Abrir completamente válvulas e adufas no início da descarga de lamas para arrastamento das areias. Injectar água nas condutas.
Desenvolvimento de moscas nos leitos de secagem de lamas.	Área envolvente mal cuidada.	Fazer reconhecimento da área envolvente.	Nos leitos de secagem, quebrar as crostas das lamas. Usar larvicidas tais como o bóraz (tetraborato de sódio) ou borato de cálcio e eliminar moscas adultas com um insecticida adequado.
			Cortar as ervas na área envolvente.
Desenvolvimento de cheiros quando as lamas estão a ser descarregadas.	Lamas mal estabilizadas.	Verificar funcionamento dos órgãos e envolvente.	Como solução temporária, adicionar cal às lamas. A cal reduz os cheiros mas pode, também, colmatar as areias dos leitos de secagem de lamas, pelo que deve ser utilizada com cuidado.

Quadro 3.7 – Principais problemas que podem ocorrer nos leitos de secagem de lamas e soluções possíveis. (continuação)

Observação	Causa	Verificação	Solução
Tempo de secagem de lamas muito longo (superior a 35 dias).	A altura de lamas sobre os leitos é muito grande.	Medir a altura da camada de lamas. Esta altura não deve ultrapassar os 30 cm.	Quando as lamas estiverem secas, proceder à sua remoção e limpeza do leito. Aplicar uma camada mais pequena de lamas e medir a diminuição da sua altura durante 3 dias. A altura normal da camada de lamas deverá ser igual a 2 vezes a diminuição da altura em 3 dias.
	Lamas descarregadas em leitos mal limpos.	Verificar o estado dos leitos.	Remover lamas secas e areia suja, repondo 1 a 2,5 cm de areia.
	O sistema de drenagem está entupido ou as manilhas estão partidas.	Verificar o sistema de drenagem.	Lavar as condutas de drenagem com água limpa em contra-corrente. Verificar a camada de areia e substituí-la se necessário.
	Área dos leitos insuficiente que obriga a grandes camadas de lamas.	Testar o efeito de adição de polímeros.	Normalmente 2 a 13 kg de polímeros catiónicos por tonelada de lama seca, melhoram as condições de secagem de lamas.
	Condições climáticas.	Controlar a temperatura e a precipitação.	Cobrir os leitos em caso de precipitação.
	Grande quantidade de gordura nas lamas.	Por meio do tacto verificar se as lamas são gordurosas.	Instalar um desengordurador à cabeça da estação.
			Não descarregar as escumas dos decantadores juntamente com as lamas.

Fonte: Adaptado de LEVY

4 A tecnologia UASB no tratamento de águas residuais domésticas

4.1 Águas residuais domésticas

Metcalf & Eddy (2003) caracterizam o esgoto bruto doméstico, de acordo com a concentração dos constituintes físico-químicos, em concentração elevada, média ou baixa (quadro 4.1).

Quadro 4.1 - Composição típica do esgoto bruto doméstico.

CONSTITUINTE	CONCENTRAÇÃO (mg/L)		
	Elevada	Média	Baixa
Sólidos Totais	1 200	720	350
Sólidos Dissolvidos Totais	850	500	250
Sólidos Dissolvidos Fixos	525	300	145
Sólidos Dissolvidos Voláteis	325	200	105
Sólidos Suspensos Totais	350	220	100
Sólidos Suspensos Fixos	75	55	20
Sólidos Suspensos Voláteis	275	165	80
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	20	10	5
CB ₀₅	400	220	110
COT	290	160	80
CQO	1000	500	250
Azoto Total	85	40	20
Azoto Orgânico	35	15	8
Azoto Amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo Total	15	8	4
Fósforo Orgânico	5	3	1
Fósforo Inorgânico	10	5	3
Óleos e Gorduras	150	100	50

Fonte: Metcalf & Eddy (2003).

4.2 Aspectos gerais do tratamento anaeróbio

A digestão anaeróbia é um processo biológico através do qual a matéria orgânica é transformada em metano e dióxido de carbono, na ausência de oxigênio. É um processo complexo, onde ocorrem trocas recíprocas de substratos e produtos entre as fases sólida, líquida e gasosa, sendo por isso fundamental a existência de uma relação equilibrada e coordenada entre os diferentes grupos tróficos bacterianos presentes, podem-se distinguir quatro etapas diferentes no processo global da conversão: hidrólise, acidogénese, acetogénese e metanogénese.

4.2.1 Hidrólise

A hidrólise é um processo através do qual a matéria orgânica particulada é convertida em compostos dissolvidos de massa molecular mais baixa. Aqui são necessárias exo-enzimas produzidas pelas bactérias fermentativas, que degradam proteínas a aminoácidos, hidratos de carbono a mono e dissacarídeos e convertem lípidos a ácidos gordos de cadeia longa e glicerina. Esta etapa pode ser considerada limitante no processo de digestão anaeróbia, na medida em que a sua velocidade é usualmente menor que a das demais etapas de conversão. (PIEROTTI 2007)

4.2.2 Acidogénese

A fermentação acidogénica é realizada por um grupo diversificado de bactérias, a maioria anaeróbia obrigatória. Neste processo, os produtos da hidrólise são utilizados pelas bactérias fermentativas, as quais excretam substâncias orgânicas simples (ácidos gordos voláteis de cadeia curta - AGV, álcoois e ácido láctico, além de compostos minerais como CO_2 , H_2 , NH_3 , H_2S , entre outros). Porém, existem também espécies facultativas, com grande importância devido à sua capacidade de consumir o oxigênio dissolvido, às vezes presente, que seria tóxico para as bactérias anaeróbias

estrutas. (PIEROTTI 2007)

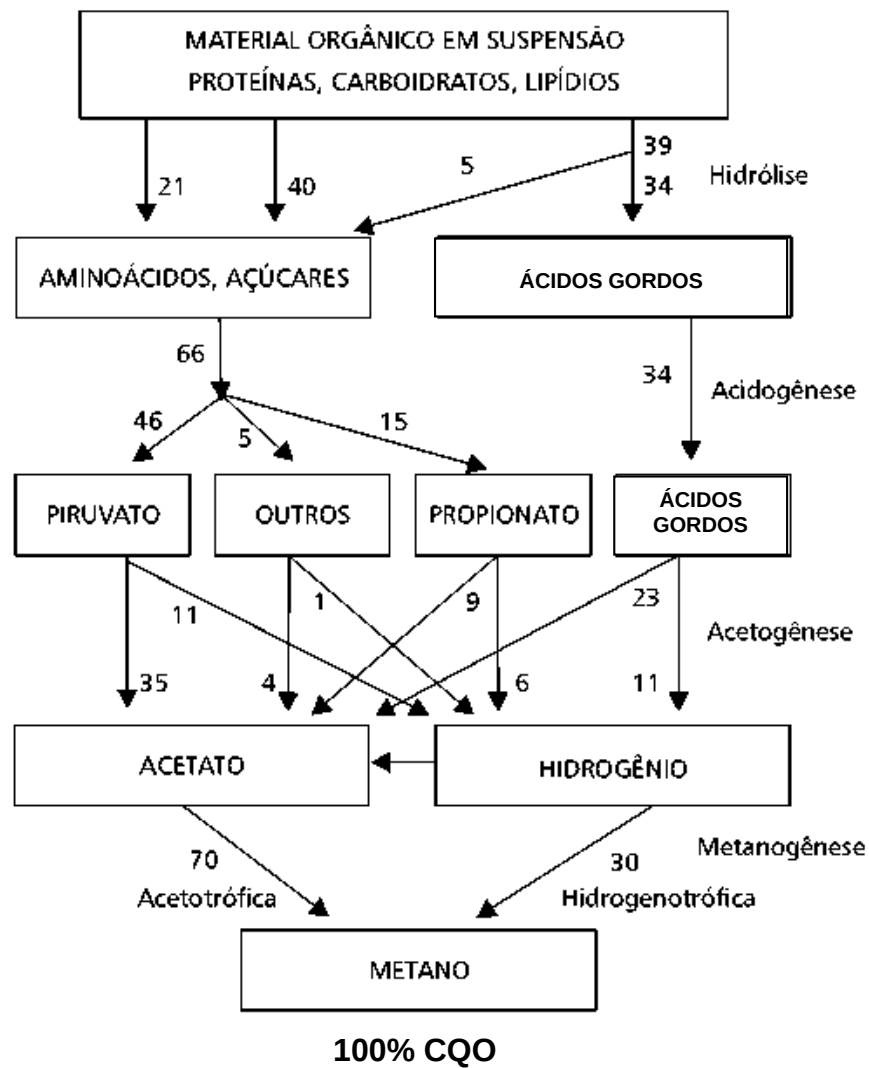


Figura 4.1 - A sequência de processos na digestão anaeróbia de macro moléculas complexas (os números referem-se a percentagens, expressas como CQO)⁴.

4.2.3 Acetogênese

Neste processo, os produtos da acidogênese são convertidos a acetato, hidrogênio e dióxido de carbono pelas bactérias acetogênicas. Conforme indicado na Figura 4.1,

⁴ Fonte: (CAMPOS, 1999)

parte da CQO digerida é convertida em ácido acético, enquanto o restante da CQO é concentrada no hidrogénio formado.

4.2.4 Metanogénese

Nesta fase, os produtos da acetogénese são utilizados pelas arqueias metanogénicas acetoclásticas (fermentam o ácido acético) e hidrogeno-tróficas (reduzem o dióxido de carbono). No caso de o sistema não conter oxigénio, mas oxidantes alternativos como o nitrato e o sulfato, podem ocorrer respectivamente processos de desnitrificação, e de redução de sulfato. Este último é geralmente indesejável, pois as bactérias redutoras de sulfato competem pelo substrato com as arqueias metanogénicas, diminuindo a produção de metano, além de formar gás sulfídrico, que é corrosivo, confere odor desagradável e pode também ser tóxico à metanogénese. A redução anaeróbia de sulfato pode ser interessante quando se visa à remoção deste ião para reutilização do efluente em processo industrial, além de auxiliar no controle da toxicidade por metais pesados devido à baixa solubilidade dos compostos formados por estes e os sulfetos. (PIEROTTI 2007)

4.3 Desempenho da digestão anaeróbia

Os factores ambientais que influenciam o desempenho da digestão anaeróbia, segundo Campos (1999), são de entre outros a temperatura, os nutrientes, o pH e a alcalinidade, sobrecargas hidráulicas e orgânicas.

4.3.1 Temperatura

A temperatura das águas residuais é normalmente um pouco superior à temperatura ambiente, mesmo no Inverno, uma vez que o esgoto gerado nas utilizações domésticas é levemente aquecido, devido à adição de água quente das utilizações domésticas e é drenado protegido por colectores enterrados, até cerca dos 28 °C de

temperatura do ar. Acima desse valor a situação inverte-se (JORDÃO & PESSOA, 2005).

A temperatura é um dos factores ambientais mais importantes na digestão anaeróbia, uma vez que afecta os processos biológicos de diferentes maneiras. Nos principais efeitos da temperatura, incluem-se as alterações na velocidade do metabolismo da população microbiana, inibindo ou favorecendo o seu crescimento (CHERNICHARO, 2007).

Em função da faixa de temperatura, as bactérias podem ser classificadas como psicrófilas, mesófilas ou termófilas. As faixas de temperaturas para cada uma destas categorias estão apresentadas no quadro 4.2.

Quadro 4.2 - Intervalos de temperatura para o desenvolvimento óptimo das bactérias

Bactérias	Temperatura (°C)	
	Intervalo Usual	Intervalo Óptimo
Psicrofílicas	-10 a 30	12 a 18
Mesofílicas	20 a 50	25 a 40
Termofílicas	35 a 75	55 a 65

Fonte: Metcalf & Eddy (2003).

O parâmetro cinético directamente afectado pela temperatura é a velocidade específica de utilização do substrato. Na faixa de temperatura entre 20°C e 25°C, esse parâmetro assume valor inferior à metade daquele a 35°C.

O tratamento de esgotos sanitários em reactores anaeróbios de alta taxa só é economicamente viável se o aquecimento de reactores for dispensável.

A temperaturas inferiores a 20°C, a solubilização de gorduras, do material particulado e de polímeros orgânicos é lenta, podendo constituir-se na etapa limitante do processo. Caso esses constituintes não sejam solubilizados, poderão

ser arrastados do reactor ou ficar acumulados junto à superfície, ou nos sistemas de separação sólido/ gás /líquido.

A operação de reactores anaeróbios de alta taxa a temperaturas inferiores a 20°C deve ser cuidadosamente estudada, não apenas quanto ao desempenho, como também ao tipo de configuração de reactor a ser adoptado, dando-se preferência àqueles com configurações capazes de reter melhor a biomassa em seu interior (CAMPOS, 1999).

4.3.2 Nutrientes

Azoto (N) e fósforo (P) são os nutrientes essenciais para todos os processos biológicos. A baixa velocidade de crescimento dos microrganismos anaeróbios, comparados aos aeróbios, resulta numa menor carência nutricional. Admite-se que a relação CQO:N:P de 500:5:1 é suficiente para atender às necessidades de macro nutrientes dos microrganismos anaeróbios (CHERNICHARO, 2007).

É pouco provável que os esgotos sanitários típicos apresentem deficiências nutricionais, pois tanto os macro nutrientes (N e P) como os micro nutrientes estão abundantemente presentes no esgoto sanitário, ao contrário de algumas águas residuais industriais. Na verdade, em muitos casos será necessário aplicar um pós-tratamento para reduzir a concentração dos macro nutrientes (CAMPOS, 1999).

4.3.3 pH e Alcalinidade

As bactérias anaeróbias metanogénicas são consideradas sensíveis ao pH, isto é, o crescimento óptimo ocorre em faixa relativamente estreita de pH. Speece (1996) considera que o reactor deve ser operado em pH entre 6,5 e 8,2.

4.3.4 Capacidade de Assimilação de Cargas Tóxicas

A sensibilidade dos processos anaeróbios a cargas tóxicas depende, significativamente, do parâmetro operacional “tempo de retenção celular” ou “idade das lamas”. Quanto maior o tempo de retenção celular, maior é a capacidade do reactor de assimilar cargas tóxicas.

Para reactores anaeróbios operados à temperatura ambiente na faixa de 20°C a 30°C, é aconselhável que o tempo de retenção celular seja da ordem de 50 dias ou mais.

De um modo geral, os compostos que podem exercer influência tóxica sobre as bactérias metanogénicas normalmente não se encontram no esgoto sanitário. Somente a presença de oxigénio dissolvido pode constituir problema se o projecto do reactor for inadequado, permitindo oxigenação do esgoto antes da sua entrada no sistema de tratamento (CAMPOS, 1999).

4.3.5 Sobrecargas Hidráulicas

Ao submeter um reactor anaeróbio de manta de lamas (UASB) protótipo a sobrecargas hidráulicas correspondentes ao dobro do caudal normal, pelo período de duas horas, Oliva (1997) observou aumento significativo na CQO efluente. Esse aumento foi crescente durante o período de aplicação da sobrecarga hidráulica, decrescendo gradativamente após sua interrupção.

4.4 Aplicabilidade da tecnologia anaeróbia para o tratamento de esgotos domésticos

Sistemas simplificados de tratamento de esgotos devem conjugar os seguintes requisitos principais apresentados no quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Requisitos para sistemas simplificados de tratamento de esgotos

• Baixo custo de 1º investimento;	• Existência de flexibilidade em relação às expansões futuras e ao aumento de eficiência;
• Elevada sustentabilidade do sistema, relacionada à pouca dependência de fornecimento de energia, de peças e equipamentos de reposição etc;	• Possibilidade de aplicação em pequena escala (sistemas descentralizados), com pouca dependência da existência de grandes interceptores;
• Simplicidade operacional, de manutenção e de controlo (pouca dependência de operadores e engenheiros especializados);	• Fluxograma simplificado de tratamento (poucas unidades integrando a estação);
• Baixos custos operacionais;	• Elevada vida útil;
• Adequada eficiência na remoção das diversas categorias de poluentes (matéria orgânica biodegradável, sólidos suspensos, nutrientes e patogénicos);	• Ausência de problemas que causem transtorno à população vizinha;
• Pouco ou nenhum problema com a disposição das lamas geradas na estação;	• Possibilidade de recuperação de subprodutos úteis, visando sua aplicação na irrigação e na fertilização de culturas agrícolas;
• Baixos requisitos de área;	• Existência de experiência prática.

Fonte: (adaptado de LETTINGA, 1995; VON SPERLING, 1995)

Embora não exista uma solução que atenda integralmente a todos estes requisitos, existem várias alternativas que atendem, em maior ou menor grau, aos principais requisitos que devem ser observados num estudo técnico-económico de escolha de alternativas. As diversas características favoráveis destes sistemas, como o baixo custo, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais em países onde há a predominância de elevadas temperaturas, têm contribuído para a colocação dos sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos em posição de destaque, particularmente os reactores UASB. No Quadro 4.4, são ilustradas as principais vantagens e desvantagens dos sistemas anaeróbios.

Quadro 4.4 - Principais vantagens e desvantagens dos sistemas anaeróbios

Vantagens	Desvantagens
Baixa produção de sólidos, cerca de 5 a 10 vezes inferior à que ocorre nos processos aeróbios;	As bactérias anaeróbias são susceptíveis à inibição por um grande número de compostos;
Baixo consumo de energia, usualmente associado a uma elevatória de entrada. Isso faz com que os sistemas tenham custos operacionais muito baixos;	A partida do processo pode ser lenta, na ausência de inóculo adaptado;
Pouca necessidade de área;	Alguma forma de pós-tratamento é usualmente necessária;
Baixos custos de 1º investimento, na ordem de 10 € a 30 € <i>per capita</i> ;	A bioquímica e a microbiologia da digestão anaeróbia são complexas e ainda precisam ser mais estudadas;
Produção de metano, um gás combustível de elevado teor calorífico;	Possibilidade de originar maus odores, porém controláveis;
Possibilidade de preservação da biomassa, sem alimentação do reator, por vários meses;	Possibilidade de geração de efluente com aspecto desagradável;
Tolerância a elevadas cargas orgânicas;	Remoção de azoto, fósforo e agentes patogénicos insatisfatória.
Aplicabilidade em pequena e grande escala;	

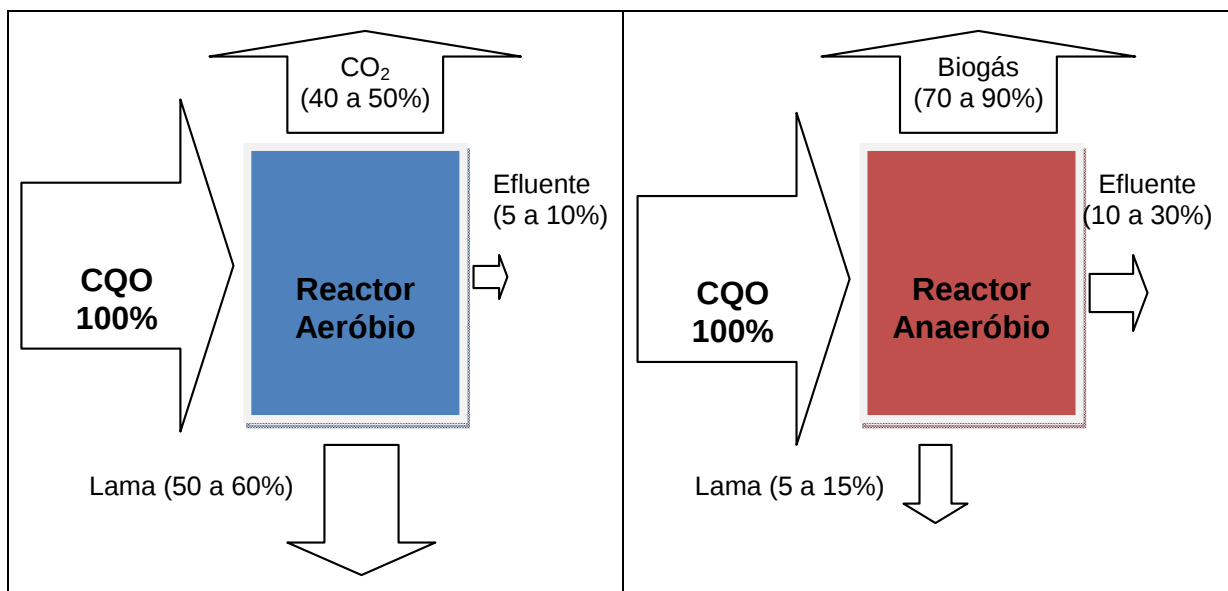
Fonte: Adaptado de CHERNICHARO (2007)

A figura 4.2 possibilita uma visualização mais clara de algumas das vantagens da digestão anaeróbia em relação ao tratamento aeróbio, nomeadamente no que se refere à produção de gás metano e à baixíssima produção de sólidos.

Nos sistemas aeróbios, ocorre apenas cerca de 40 a 50% de degradação biológica, com a consequente conversão em CO₂. Verifica-se uma enorme incorporação de matéria orgânica, como biomassa microbiana (cerca de 50 a 60%), que vem a constituir-se na lama excedente do sistema. O material orgânico não convertido em gás carbónico, ou em biomassa, deixa o reator como material não degradado (5 a 10%).

Nos sistemas anaeróbios, verifica-se que a maior parte do material orgânico biodegradável presente, é convertida em biogás (cerca de 70 a 90%), que é removido da fase líquida e deixa o reactor na forma gasosa. Apenas uma pequena parcela do material orgânico é convertida em biomassa microbiana (cerca de 5 a 15%), vindo a constituir-se na lama excedente do sistema.

Além da pequena quantidade produzida, a lama excedente apresenta-se, em geral, mais concentrada e com melhores características de desidratação. O material não convertido em biogás, ou em biomassa, deixa o reactor como material não degradado (10 a 30%).



Fonte: Adaptado de CHERNICHARO (2007)

Figura 4.2- Conversão biológica nos sistemas aeróbios e anaeróbios

4.5 O reactor UASB

O reactor UASB “Upflow anaerobic sludge blanket” (figura 4.3), foi desenvolvido na década de 70, pelo Prof. Lettinga e pela sua equipa, na Universidade de Wageningen - Holanda. É de salientar a posição de destaque que a Holanda tem ocupado, desde o final da década de 60, nomeadamente no que concerne a um

substancial avanço no campo da tecnologia da clarificação de águas residuais.

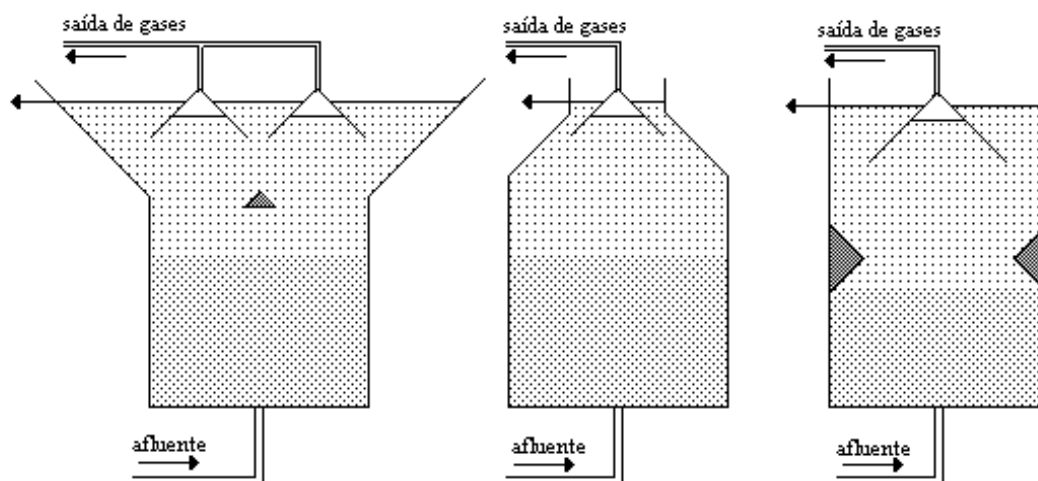


Figura 4.3- Esquemas mais frequentes de formas de reactores UASB⁵

4.5.1 Funcionamento

O reactor UASB não possui material de enchimento para servir de suporte à biomassa. A imobilização ocorre pela formação de flocos ou grânulos densos suspensos, que se dispõem em camadas de lamas a partir do fundo do reactor. A sua grande vantagem está na configuração que lhe permite o desenvolvimento de elevada quantidade de biomassa activa com elevado tempo de retenção celular, possibilitando a acomodação de altas cargas volumétricas, com curto TRH. Possui também adequada agitação e mistura hidráulica e consequente contacto da biomassa com o substrato, promovidos pelo fluxo das bolhas de gás geradas na decomposição da matéria orgânica. Desempenha, portanto, a função de decantador primário, reactor biológico, decantador secundário e digestor de lamas.

A parte ascendente do reactor UASB é constituída pelo leito de lama - “sludge bed” -

⁵ Fonte: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/UASB01.html> (28/Julho/2008 11:31)

zona de sedimentação - “sludge blanket” - e separador de fase - “gas-solid separator” – GSS. (NARNOLI e MEHROTRA, 1996).

O separador de fases, característica intrínseca deste tipo de reactor, tem a finalidade de dividir a zona de digestão (parte inferior), onde se encontra a manta de lama responsável pela digestão anaeróbia, e a zona de sedimentação (parte superior). A água residual, que segue uma trajectória ascendente dentro do reactor, desde a sua parte mais baixa, atravessa a zona de digestão, escoando a seguir pelas passagens do separador de fases e alcançando a zona de sedimentação. (VAN HAANDEL *et al*, 1994)

No separador de fases, a área disponível para o escoamento ascendente do líquido deve ser de tal forma que o líquido, ao aproximar-se da superfície líquida livre, sofra uma redução progressiva da sua velocidade, de modo a ser superada pela velocidade de sedimentação das partículas, oriundas dos flocos de lama arrastados pelas condições hidráulicas ou flotados. Isto possibilita que este material sólido, que passa pelas aberturas no separador de fases, alcançando a zona superior do reactor, possa sedimentar-se sobre a superfície inclinada do separador de fases. Naturalmente que esta condição dependerá das condições hidráulicas do escoamento. Desse modo, a acumulação sucessiva de sólidos implicará, consequentemente, o aumento contínuo do peso desse material que, num dado momento, se tornará maior que a força de atrito e deslizará, voltando para a zona de digestão, na parte inferior do reactor. Assim, a presença de uma zona de sedimentação, acima do separador de fases, resulta na retenção de lama, permitindo a presença de uma grande massa na zona de digestão, enquanto descarrega um efluente substancialmente livre de sólidos sedimentáveis (VAN HAANDEL *et al*, 1994).

Com o fluxo ascendente, a estabilização da matéria orgânica ocorre na zona da manta de lama, não havendo necessidade de dispositivos de mistura, pois esta é promovida pelo fluxo ascendente e pelas bolhas de gás (OLIVA, 1997).

A lama do fundo do reactor é bastante densa e com notáveis características de sedimentação, podendo ocorrer grânulos de 1 a 5 mm de diâmetro, de acordo com a natureza do inoculo, das características do afluente e das condições operacionais do reactor. É nesta zona que ocorre a maior parte da remoção do substrato (CHERNICHARO, 2007).

A configuração de reactor do tipo circular é adequada para instalações de pequenas dimensões, usualmente como unidade única, por ser mais económica, do ponto de vista estrutural. Para instalações maiores, quando a modularidade se torna necessária, os reactores rectangulares passam a ser mais indicados, uma vez que uma parede pode servir a dois módulos contíguos (CHERNICHARO, 2007).

Estes reactores têm como parâmetros de controlo operacional o tempo de retenção de sólidos, o tempo de retenção hidráulica, as cargas volumétricas orgânicas e hidráulicas e a velocidade ascensional. A massa de sólidos na manta de lama é o parâmetro de controlo do tempo de residência celular e serve para a caracterização da actividade metanogénica do processo anaeróbio. Para esgotos domésticos que não apresentem grandes variações na sua composição físico-química, variar o TRH representa variar inversamente as cargas volumétricas, orgânicas e hidráulicas aplicadas e a velocidade ascensional (VERSIANI *et al*, 2005).

4.5.2 Vantagens e desvantagens dos reactores UASB

A grande vantagem de um reactor UASB, relacionada com a sua eficiência de remoção de CBO e de sólidos, é o seu curto tempo de retenção hidráulica, em torno

de 6 horas para remoção de cerca de 80 por cento da CBO e 75 por cento dos sólidos em suspensão. Em sistemas de lamas activadas e em lagoas de estabilização, o tempo de permanência é da ordem de 12 a 24 h e de 20 a 30 dias, respectivamente.

Segundo CATUNDA & VAN HAANDEL (1996), apoiados em estudos desenvolvidos com um reactor de escala real, para tratamento dos esgotos domésticos gerados pela população do Bairro do Pedregal, Campina Grande, Paraíba, além das vantagens inerentes dos processos anaeróbios, os reactores UASB podem tornar-se uma opção viável, na medida em que podem ser aplicados em vários pontos da rede de esgoto, "pulverizando" assim o sistema de tratamento, o que reduz significativamente os custos de construção da rede colectora e de condutores de esgoto. Ainda, segundo os mesmos autores, requerem menor área de construção (aproximadamente 0,01 m² por habitante) enquanto que as lagoas de estabilização necessitam de 3 ou 4 m² por habitante.

A razão área/profundidade não tem influência significativa sobre o seu desempenho, podendo os valores de área em planta e a profundidade serem determinados, principalmente, pelos custos de construção e as características do terreno disponível para a sua construção (SOUSA *et al.*, 1998).

O UASB não causa transtornos à população beneficiada. O sistema é "invisível" (enterrado), não espalha odores e não causa proliferação de insectos, a produção de lamas biológicas é pequena e as lamas em excesso já saem estabilizadas e com concentração elevada e a operação e manutenção são extremamente simples, podendo ser feitas por pessoal não especializado. A construção do reactor UASB é simples, podendo ser usados materiais e mão-de-obra locais. O custo de construção e de operação tendem a ser bem menores do que os de outros sistemas de

tratamento de esgoto (CATUNDA & VAN HAANDEL, 1996).

Porém, é do conhecimento geral que uma significativa desvantagem do UASB é a sua baixa eficiência quanto à remoção de agentes patogénicos e nutrientes, sendo isto bastante compreensível, considerando-se o baixo tempo de detenção hidráulica deste tipo de reactor.

Entretanto, já foi demonstrado que este tipo de reactor pode ser usado, por exemplo, em combinação, com lagoas de estabilização, podendo obter-se um efluente de boa qualidade higiénica num sistema que ocupa menos que metade da área necessária para um sistema de lagoas convencionais (DIXON *et al.*, 1995).

Por outro lado, a combinação do UASB com um sistema de lamas activadas permite obter uma qualidade excelente do efluente, tendo menos de metade do volume de reactores, da produção de lamas e do consumo de oxigénio de um sistema convencional de lamas activadas.

4.6 O pós-tratamento de efluentes de reactores anaeróbios por lamas activadas

Nas situações em que a disponibilidade de área é limitada e uma elevada qualidade do efluente é necessária, a opção pelo sistema de lamas activadas (Figura 4.4) é generalizada, a nível mundial, no tratamento de águas residuais domésticas e industriais. No entanto, o sistema de lamas activadas inclui um índice de mecanização superior ao de outros sistemas de tratamento, implicando uma operação mais sofisticada. Outras desvantagens são o consumo de energia eléctrica para arejamento e uma maior produção de lamas. (CHERNICHARO, 2001_b)

Até à data, a maior aplicação do sistema de lamas activadas tem sido como tratamento directo de efluentes domésticos ou industriais. Mais recentemente, a

opção de utilização do sistema de lamas activadas como pós-tratamento de efluentes de reactores anaeróbios passou a ser pesquisada e utilizada, em função de inúmeras vantagens, principalmente associadas ao menor consumo de energia eléctrica e à menor produção de lamas, mantendo-se a qualidade do efluente comparável ao de um sistema clássico de lamas activadas.

No tanque de arejamento, ocorrem as reacções bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, de azoto e de fósforo. A biomassa utiliza o substrato presente no esgoto afluente para se desenvolver. No decantador secundário, ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa), permitindo que o efluente final saia clarificado. Parte dos sólidos sedimentados no fundo do decantador secundário são recirculados para o tanque de arejamento, para se manter uma desejada concentração de biomassa no mesmo, a qual é responsável pela elevada eficiência do sistema.

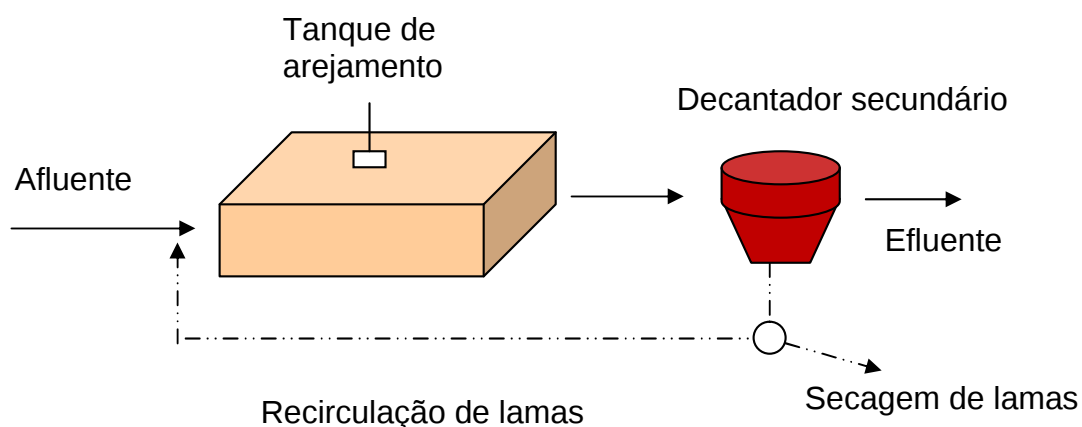


Figura 4.4- Esquema do sistema de lamas activadas

Fonte: Adaptado de CHERNICHARO, (2001_b)

No sentido de uma análise comparativa, os reactores anaeróbios tipo UASB possuem também retenção de biomassa no compartimento de reacção, onde se desenvolve um manto de lamas, que é atravessado pelo esgoto, e uma recirculação de parte da biomassa, que é transportada pela fase líquida efluente desse

compartimento. Esta recirculação é alcançada através da sedimentação no compartimento de decantação, seguida de retorno, por simples gravidade, para o compartimento de reacção. Já no sistema de lamas activadas, esta recirculação dos sólidos é obtida por meio de bombagem (lamas activadas de fluxo contínuo) ou de on-off de arejadores (lamas activadas de fluxo intermitente). Desta forma, tanto no reactor UASB quanto no sistema de lamas activadas, o tempo de permanência da biomassa é superior ao do líquido, garantindo a elevada compacidade do sistema, associada à sua elevada eficiência.

No sistema convencional de lamas activadas, a lama excedente deve sofrer tratamento adicional, na linha de tratamento de lamas, usualmente compreendendo adensamento, digestão e desidratação. A digestão visa diminuir a quantidade de matéria orgânica, que torna a lama putrescível. No sistema de lamas activadas como pós-tratamento de efluente de reactor anaeróbio, pelo facto de grande parte da matéria orgânica já ter sido removida na etapa anaeróbia, o crescimento da biomassa é menor (menor disponibilidade de alimentos), ou seja, a produção de lamas é menor. O tratamento da lama é também bastante simplificado, já que a lama aeróbia do sistema de lamas activadas pode ser recirculada para o reactor UASB, para digestão e espessamento.

4.7 Lamas activadas para o pós-tratamento de efluentes de reactores anaeróbios

Uma alternativa bastante promissora e que já foi alvo de várias pesquisas (SILVA et al, 1995; CHARLESTON et al, 1996; COLETTI et al, 1997; SOUZA e FORESTI, 1996, 1997; COURA e VAN HAANDEL, 1999; FREIRE et al, 1999; PASSIG et al, 1999; VON SPERLING et al, 2000; CYBIS et al, 2000), e que já conta com algumas instalações à escala real, é a de lamas activadas, como pós-tratamento de efluentes

de reactores anaeróbios tipo UASB.

4.7.1 Lamas activadas por arejamento prolongado

No sistema de lamas activadas por arejamento prolongado, a biomassa permanece no sistema por um período da ordem de 18 a 30 dias, recebendo a mesma carga de CBO do esgoto bruto que o sistema convencional e haverá menor disponibilidade de alimento para as bactérias (relação F/M de apenas 0,07 a 0,15 kgCBO/kgSSVTA.dia). A quantidade de biomassa (kgSSVTA) é maior que no sistema convencional de lamas activadas, o volume do reactor aeróbio é também maior, e o tempo de retenção do líquido é em torno de 16 a 24 horas. Portanto, há menos matéria orgânica por unidade de volume do tanque de arejamento e também por unidade de biomassa do reactor. Como consequência, as bactérias, para sobreviver, passam a utilizar nos seus processos metabólicos a própria matéria orgânica biodegradável componente das suas células. Esta matéria orgânica celular é convertida em gás carbónico e água, por meio da respiração. Isto corresponde a uma estabilização da biomassa, ocorrendo no próprio tanque de arejamento. Enquanto no sistema convencional a estabilização das lamas é feita em separado (na etapa de tratamento de lamas), no arejamento prolongado, ela é feita conjuntamente, no próprio reactor, originando, portanto, um ambiente aeróbio. O consumo adicional de oxigénio para a estabilização de lamas (respiração endógena) é significativo e inclusive pode ser maior que o consumo para metabolizar o material orgânico do afluente (respiração exógena).

Já que não há necessidade de se estabilizar a lama biológica excedente, procura-se evitar também, no sistema de arejamento prolongado, a geração de alguma outra forma de lama, que venha a requerer posterior estabilização. Deste modo, os sistemas de arejamento prolongado usualmente não possuem decantadores

primários, para evitar a necessidade de se estabilizar a lama primária. Com isto, obtém-se uma grande simplificação no fluxograma do processo - não há decantadores primários nem unidades de digestão de lamas.

A consequência desta simplificação do sistema é o gasto com energia para arejamento, já que a lama é estabilizada no tanque de arejamento. Por outro lado, a reduzida disponibilidade de alimento e a sua praticamente total assimilação fazem com que o arejamento prolongado seja a variante de lamas activadas mais eficiente na remoção de CBO.

Deve-se destacar, no entanto, que a eficiência de qualquer variante do processo de lamas activadas está intimamente associada ao desempenho do decantador secundário. Caso exista perda de sólidos para o efluente final, haverá uma grande deterioração na qualidade do efluente, independentemente do bom desempenho do tanque de arejamento na remoção da CBO.

4.7.2 Lamas activadas para o pós-tratamento de efluentes de reactores UASB

As principais vantagens desta configuração, comparada com a concepção tradicional do sistema convencional de lamas activadas, estão apresentadas no quadro 4.5.

Quadro 4.5 - Sistema UASB - lamas activadas, versus lamas activadas convencional

Aspecto	Item	Comentário
Desvantagem	Menor capacitação para remoção biológica de nutrientes (N e P)	A remoção de azoto só é praticável a partir de uma proporção mínima entre a concentração de material nitrogenado (NTK) e do material orgânico (CQO)
		Similarmente, também há uma razão mínima P/CQO para a remoção de fósforo
		Uma vez que o reactor UASB retira grande parte do carbono orgânico e quase não afecta a concentração dos nutrientes, em geral a concentração de material orgânico no efluente anaeróbio é menor que a mínima necessária à desnitrificação e à desfosfatação

Quadro 4.5 – Sistema UASB - lamas activadas, versus lamas activadas convencional. (continuação)

Aspecto	Item	Comentário
Vantagem	Redução da produção de lamas	A massa de lamas produzida e a ser tratada é da ordem de 40 a 50% do total produzido na concepção tradicional do sistema de lamas activadas convencional, e 50 a 60% do total
		A massa a ser encaminhada para disposição final é da ordem de 60 a 70% das concepções tradicionais
		A redução no volume de lamas é ainda maior, pelo fato das lamas anaeróbias mistas serem mais concentradas e possuírem óptimas condições para a desidratação
	Redução no consumo de energia	Como aproximadamente 70% da CBO é previamente removida no UASB, o consumo de oxigénio é apenas para a CBO remanescente e para a nitrificação, que, neste caso, é o factor preponderante do consumo (em torno de 2/3 do consumo total)
	Redução no volume total das unidades	O volume total das unidades (reactor UASB, reactor de lamas activadas, decantador secundário e sistema de desidratação de lamas) é inferior ao volume total das unidades de lamas activadas convencional (decantador primário, reactor de lamas activadas, decantador secundário, espessador de lamas, digestor de lamas e desidratação de lamas)
	Redução no consumo de produtos químicos para desidratação	A redução ocorre em função da menor produção de lamas e das melhores características para desidratação
	Menor número de unidades a serem implementadas	Não há necessidade de decantadores primários, espessadores e digestores, os quais são substituídos pelo reactor UASB
	Menor necessidade de equipamentos	O reactor UASB não possui equipamentos electromecânicos, diferentemente dos decantadores primários, espessadores e digestores do sistema de lamas activadas convencional
	Maior simplicidade operacional	Comparado com a concepção tradicional do sistema de lamas activadas convencional, há menor número de unidades e equipamentos electromecânicos, resultando em operação mais simples

Quadro 4.5 – Sistema UASB - lamas activadas, versus lamas activadas convencional. (continuação)

Aspecto	Item	Comentário
Semelhança	Eficiência similar à concepção tradicional de lamas activadas convencional	A eficiência do sistema na remoção dos principais poluentes (com excepção de N e P) é similar à do sistema de lamas activadas convencional

Fonte: CHERNICHARO, (2001_b)

No caso do pós-tratamento de efluentes de reactores UASB, as lamas produzidas no sistema de lamas activadas, ainda não estabilizadas, são enviadas para o reactor UASB, onde sofrem adensamento e digestão, juntamente com as lamas anaeróbias. Como este caudal de retorno de lama aeróbia excedente é baixo, comparado com o caudal afluente, não há distúrbios operacionais introduzidos no reactor UASB. O tratamento das lamas é bastante simplificado - não há necessidade de espessadores e digestores, sendo apenas necessária a etapa de desidratação de lamas. A lama mista retirada do reactor anaeróbio, digerida e com concentrações similares às de lamas efluentes de espessadores, possui ainda óptimas características para desidratação.

Actualmente, têm sido adoptados, para a etapa de lamas activadas, os mesmos parâmetros usualmente utilizados para o sistema convencional de lamas activadas, dentro da compreensão de que os principais fenómenos físicos e bioquímicos envolvidos são os mesmos. É possível, no entanto, que alguns coeficientes do modelo matemático do processo sejam diferentes, o que não deve afectar substancialmente o projecto.

Quadro 4.6 - Principais características dos sistemas de lamas activadas utilizados para no tratamento de esgotos domésticos

Item geral	Item específico	Convencional	Arejamento prolongado	UASB + lamas activadas
Idade das lamas	Idade das lamas	4 a 10	18 a 30	6 a 10
Relação F/M	Relação F/M (kgCBO/dia.kgSSVTA)	0,25 a 0,50	0,07 a 0,15	0,25 a 0,40
Eficiência de remoção	CBO (%)	85 a 95	93 a 98	85 a 95
	CQO (%)	85 a 90	90 a 95	83 a 90
	Sólidos em suspensão (%)	85 a 95	85 a 95	85 a 95
	Azoto (%) ⁶	25 a 30	15 a 25	15 a 25
	Fósforo (%) ²	25 a 30	10 a 20	10 a 20
	Coliformes (%)	60 a 90	70 a 95	70 a 95
Área requerida	Área (m ² /hab) ⁷	0,2 a 0,3	0,25 a 0,35	0,2 a 0,3
Volume total	Volume (m ³ /hab) ⁸	0,10 a 0,15	0,10 a 0,15	0,10 a 0,12
Energia ⁹	Potência instalada (W/hab)	2,5 a 4,5	3,5 a 5,5	1,8 a 3,5
	Consumo energético (kWh/hab.ano)	18 a 26	20 a 35	14 a 20
Volume de lamas ¹⁰	A ser tratado - (L lamas/hab.dia)	3,5 a 8,0	3,5 a 5,5	0,5 a 1,0
	A ser disposto (L lamas/hab.dia)	0,10 a 0,25	0,10 a 0,25	0,05 a 0,15
Massa de lamas	A ser tratado - (g ST/hab.dia)	60 a 80	40 a 45	20 a 30
	A ser disposto - (g ST/hab.dia)	30 a 45	40 a 45	20 a 30

Fonte: CHERNICHARO, (2001_b)

⁶ Pode-se alcançar eficiências maiores na remoção de N e de P, por meio de etapas específicas (desnitrificação e desfosfatação). A modalidade UASB – lamas activadas não é eficiente na remoção biológica de N e P.

⁷ Áreas inferiores podem ser obtidas utilizando-se desidratação mecânica. Os valores de área representam a área de toda a ETAR, e não apenas das unidades.

⁸ O volume total das unidades inclui eventuais reactores UASB, decantadores primários, tanques de arejamento, decantadores secundários, espessadores por gravidade e digestores primários e secundários. A desidratação assumida no cômputo dos volumes é mecânica. A necessidade de cada uma das unidades depende da variante do processo de lamas activadas.

⁹ A potência instalada deve ser suficiente para suprir a carência de O₂ em cargas de pico. O consumo energético pressupõe certo controlo do fornecimento do O₂, reduzindo-o em momentos de menor carência.

¹⁰ O volume de lamas é função da concentração de sólidos totais (ST), a qual depende dos processos utilizados no tratamento da fase líquida e da fase sólida.

4.8 Uso de leitos construídos de macrófitas para o pós-tratamento de efluentes de reactores UASB

A aplicação de esgotos no solo constitui a forma mais simples e económica para tratamento e disposição final de efluentes líquidos. É também um dos mais eficientes sistemas de tratamento por processos naturais. Pode entender-se a aplicação de esgotos no solo como um conjunto de processos naturais, físicos, químicos e biológicos, ocorrendo no meio solo-planta-esgoto.

Os leitos construídos de macrófitas, também designados por zonas húmidas construídas, são sistemas essencialmente biológicos de tratamento de efluentes, em que se utilizam culturas de plantas que interagem directamente com os constituintes do efluente, servindo também como suporte a microrganismos que irão degradá-los.

Apesar de ter um baixo custo de investimento e de operação, tem contra si a extensa área ocupada, e a forma intermitente de utilização, obrigando a períodos de aplicação e de descanso, o que limita este método de depuração a pequenas comunidades e a áreas isoladas.

Embora os tratamentos biológicos das águas residuais tenham mais de um século de história, a utilização da flora aquática em processos depurativos ocorre apenas há cerca de 40 anos.

Estas tecnologias nasceram na Alemanha mas cedo se começariam a estender e a aplicar a outros países, nomeadamente aos EUA (escolas de Michigan, Florida e Califórnia entre outras), Reino Unido, Áustria e Dinamarca. (DIAS *et al.*, 2000)

Os leitos construídos de macrófitas são sistemas constituídos por um leito artificial de matriz de suporte colocado sobre um fundo impermeabilizado, no qual são plantadas plantas hidrófilas (macrófitas).

O mecanismo de funcionamento deste processo de tratamento envolve uma interacção complexa de factores bióticos e abióticos, sendo caracterizado por uma acção concertada entre os rizomas e as raízes das plantas, matriz de suporte e os microrganismos aclimatados à toxicidade do efluente.

Durante a passagem da água residual, através do meio poroso e do contacto com as raízes e rizomas das plantas, ocorre um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que permitem remover, transferir, estabilizar ou degradar os constituintes do efluente e consequentemente a sua depuração.

Chernicharo (2001_b), faz referência a resultados encontrados em pesquisas do PROSAB, de leitos construídos de macrófitas como pós-tratamento de unidades anaeróbias, que confirmam outras experiências relatadas na literatura, podendo-se resumir os seguintes parâmetros de eficiência:

- ✓ No caso de escoamento superficial: remoção de CBO de 91 e 94%, com taxas de aplicação de 0,10 e 0,20 m³/h.m., para o sistema “filtro anaeróbio - rampa de escoamento”.
- ✓ No caso de escoamento sub-superficial em área com cobertura vegetal: remoção de CQO média, no “tabuleiro”, de 53%, e de nutrientes de 94% para azoto amoniacal e de 91% para fósforo.
- ✓ No caso de “wetland” construído: remoção da CQO, no sistema UASB + “wetland”, de 79 a 83%, de NTK de 59 a 87%, e de fósforo variando de 66 a até 100%.

A opção para utilização de qualquer forma de aplicação do efluente de um reactor UASB no solo, deve levar em conta a capacidade de recebimento e depuração do sistema a ser usado, bem como os aspectos relativos à protecção ambiental e à saúde pública, em particular os que implicam em eventual contaminação dos

aquíferos. Com estas considerações, as técnicas próprias de irrigação, associadas às de engenharia sanitária, deverão compor uma solução económica, simples, e aplicável a pequenas contribuições.

4.9 Uso de filtros biológicos percoladores para o pós-tratamento de efluentes de reactores UASB

Um filtro biológico consiste, basicamente, num tanque preenchido com material de alta permeabilidade, tal como pedras, ripas ou material plástico, sobre o qual os esgotos são aplicados sob a forma de gotas ou jactos. Após a aplicação, os esgotos percolam em direcção aos drenos de fundo.

Esta percolação permite o crescimento bacteriano na superfície da pedra ou do material de enchimento, na forma de uma película fixa denominada biofilme. O esgoto passa sobre o biofilme, promovendo o contacto entre os microrganismos e o material orgânico.

Os filtros biológicos são sistemas aeróbios, pois o ar circula nos espaços vazios entre as pedras, fornecendo o oxigénio para a respiração dos microrganismos. A ventilação é usualmente natural. A aplicação dos esgotos sobre o meio é frequentemente feita através de distribuidores rotativos, movidos pela própria carga hidrostática dos esgotos. O líquido escoar rapidamente pelo meio suporte.

No entanto, a matéria orgânica é adsorvida pelo biofilme, ficando retida um tempo suficiente para a sua estabilização.

Os filtros são normalmente circulares, podendo ter vários metros de diâmetro. Contrariamente ao que indica o nome, a função primária do filtro não é a de filtrar, uma vez que o diâmetro das pedras utilizadas é da ordem de alguns centímetros, ou seja, permitindo um grande espaço de vazios, ineficientes para o acto de filtrar. A

função do meio é a de fornecer suporte para a formação da película microbiana. Existem também meios sintéticos de diversos materiais e formas, os quais apresentam a vantagem de serem mais leves do que as pedras, além de apresentarem uma área superficial de exposição bem superior. No entanto, os meios sintéticos são mais caros.

À medida que a biomassa cresce na superfície das pedras, o espaço vazio tende a diminuir, fazendo com que a velocidade de escoamento nos poros aumente. Ao atingir um determinado valor, esta velocidade desaloja parte do material aderido. Esta é uma forma natural de controlo da população microbiana no meio. A lama desalojada deve ser removida nos decantadores secundários, de forma a diminuir o nível de sólidos em suspensão no efluente final.

4.10 Reactores UASB, com características de funcionamento comparáveis com as registadas na ETAR de Porto Côvo

Encarando que a composição das águas residuais domésticas, terá uma variação, de local para local, sem grande influência no desempenho dos reactores biológicos, e que pelo contrário, a temperatura das águas residuais domésticas será considerada como factor limitante nesse mesmo desempenho, pretende-se, neste ponto, apresentar um conjunto de trabalhos realizados sobre o tratamento de efluente doméstico a baixas temperaturas.

Em relação à temperatura espectável para as águas residuais domésticas afluentes à ETAR de Porto Côvo, apresenta-se no quadro 4.7, os dados disponíveis, referentes ao mês de Fevereiro de 2000 e ao período compreendido entre 1 de Maio e 31 de Dezembro de 2002.

Quadro 4.7 - Temperatura das águas residuais afluentes à ETAR de Porto Côvo

Data	Temperatura (°C)		
	Mínima	Máxima	Media
Fev. 00	12,4	16,6	14,4
Mai. 02	19,8	22,5	21,0
Jun. 02	20,5	23,2	21,9
Jul. 02	21,8	25,6	23,6
Ago. 02	22,0	25,5	23,6
Set. 02	20,1	21,7	20,8
Out. 02	20,3	23,9	21,7
Nov. 02	17,3	20,8	18,8
Dez. 02	15,5	18,0	17,0

Média	12,4	25,6	20,3
--------------	-------------	-------------	-------------

Um estudo realizado por EKMAN *et al.* (2000), no arranque e operação de um reactor UASB para a cidade de Caxias do Sul, Brasil, demonstrou que o tratamento de efluente doméstico a baixas temperaturas pode ser viável já que a temperatura média, para os meses mais frios, foi de 14°C. As eficiências para a remoção dos SSV e sólidos suspensos totais SST foram de aproximadamente 50% e de CQO e CBO de cerca de 60% nesses meses. O reactor, com volume útil de 1.000 m³, operava com um caudal médio de 0,84 m³.s⁻¹ e o TRH de 37,2 h no final do período de monitorização. Também foi calculada a carga orgânica volumétrica (COV) aplicada, que permaneceu em torno de 0,4 kg CQO m⁻³.d⁻¹. No Quadro 4.8,

apresenta-se eficiências de remoção obtidas, nos anos de 2004 e 2005 na ETAR de Serrano, Caxias do Sul, Brasil.

Quadro 4.8 - Eficiências de remoção da ETAR de Serrano, Caxias do Sul, Brasil

DATAS	SST (mg/L)			CBO ₅ (mg/L O ₂)			CQO (mg/L O ₂)		
	Entrada	Saída	% Rem.	Entrada	Saída	% Rem.	Entrada	Saída	% Rem.
02-06-04	210	46	78,09	312	90	71,15	278	246	11,51
23-06-04	386	140	63,73	390	114	70,76	260	214	17,69
06-07-04	342	290	15,20	326	135	58,58	304	278	8,55
12-08-04	312	10	96,79	376	139	63,03	1698	492	71,02
26-08-04	306	152	50,92	358	111	68,99	1116	584	47,67
09-09-04	490	64	86,93	473	144	69,55	1038	398	61,65
27-09-04	188	86	54,25	212	65,8	68,96	850	382	55,05
08-10-04	292	168	42,46	471	128	72,82	1386	282	79,65
21-10-04	124	30	75,80	220	64,1	70,86	542	172	68,26
08-11-04	286	82	69,93	225	42,5	81,11	964	214	77,80
26-11-04	304	102	66,44	218	69,3	68,21	602	248	58,80
09-12-04	224	112	50,00	230	123	46,54	492	302	38,61
06-01-05	296	134	54,72	410	72	82,43	1456,0	368,0	74,72
19-01-05	276	102	63,04	210	65	69,04	897,0	273,0	69,56
03-02-05	248	114	54,03	210	115	45,23	594,0	340,0	42,76
17-02-05	208	144	30,76	186	101	45,69	566,0	398,0	29,68
10-03-05	666	78	88,28	570	108,9	80,89	962,0	370,0	61,53
07-04-05	38	26	31,57	233	95,8	58,88	848,0	316,0	62,73
20-04-05	193	64	66,83	237	49,5	79,11	1280,0	94,0	92,65
04-05-05	246	104	57,72	294	128	56,46	784	368	53,06
08-06-05	206	28	86,40	367	124,8	65,99	824	324	60,67
23-06-05	138	10	92,75	164	82,5	49,69	742	240	67,65
07-07-05	92	30	67,39	246	131	46,74	720	250	62,27
21-07-05	280	272	2,85	170	93,3	45,11	1076	342	68,25
04-08-05	132	72	45,45	326	149	54,29	776	440	43,29
17-08-05	227	130	42,73	299	116	61,20	980	274	72,04
01-09-05	244	124	49,18	57,1	27,3	52,18	614	262	57,32

Fonte: Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE), Caxias do Sul, Brasil

Num outro trabalho, realizado por LUOSTARINEN et al. (2007), os autores monitorizaram três reactores UASB tratando efluente doméstico concentrado proveniente de instalações sanitárias, sendo que um deles tinham volume de 1,2 m³ e os outros dois volume de 0,2 m³. O TRH dos reactores foram respectivamente 4,2 h e 29 h. A operação ocorreu com diferentes parâmetros e as suas temperaturas variaram entre 15°C e 20°C. Foi demonstrado ser viável para o tratamento de esgoto doméstico concentrado, na medida em que as lamas se adaptaram á temperatura.

As melhores eficiências de remoção de CQO tiveram valores próximos a 80%.

Outro trabalho elaborado por MEYSTRE, (2007), no alto da Serra da Mantiqueira, Brasil, onde predominam as baixas temperaturas estudou a implantação de uma ETAR piloto para o tratamento de esgoto doméstico, com um reactor UASB, operando em condições de baixas temperaturas, simulando o clima característico da região estudada. Para a partida do reactor UASB utilizou-se um inóculo proveniente do sedimento de uma lagoa facultativa. O reactor UASB operou por 207 dias com uma temperatura fixa de 17°C, e em três fases distintas, variando o tempo de retenção hidráulico (TRH) entre 22 e 18 h. Os resultados alcançados para eficiência de remoção da CQO, CBO e SST na última fase, foram respectivamente de 23%, 18% e 55%. Verificou-se que o inóculo utilizado não promoveu condições adequadas para uma partida eficiente do reactor, tendo os valores obtidos demonstrado que o reactor não chegou ao seu nível ótimo de operação.

5 Conclusões

Tal como era de esperar, atendendo às características marcadamente turísticas de Porto Covo, na ETAR de Porto Covo, verificou-se uma acentuada variação no caudal e nas cargas poluentes recebidas durante os períodos de Inverno e de Verão, em reflexo da grande oscilação na população servida por este sistema de tratamento.

Relativamente ao caudal médio mensal – 7.521 m^3 , e em comparação ao caudal de projecto, que apontava para $1.190 \text{ m}^3/\text{dia}$, ou seja, aproximadamente 35.700 m^3 por mês, o caudal médio efectivamente recebido fez apenas cerca de 21% desse valor.

Em termos da qualidade do efluente tratado, e procedendo à comparação dos resultados analíticos obtidos e das eficiências de remoção com os valores estipulados pela legislação aplicável a esta ETAR, a saber, a Licença de Descarga nº10/96-DSA/DUDH e o Decreto-Lei Nº152/97 de 19 de Junho, pode concluir-se que os parâmetros que se revelaram mais problemáticos foram o Azoto total, o Fósforo total, os Coliformes totais e fecais.

Em relação às dificuldades de exploração sentidas pelos Serviços de Águas e Esgotos da Câmara Municipal de Sines, recomenda-se a adopção imediata das medidas de operação enunciadas no capítulo 3, de forma a melhorar o desempenho da ETAR.

No contexto das reabilitações de ETAR, devem ser estudadas soluções adequadas de forma a minimizar os impactes para o ambiente e para os custos associados. Estas intervenções devem conjugar baixos custos de remodelação e operação, simplicidade operacional, índices mínimos de mecanização e sustentabilidade do sistema como um todo.

Desta forma, propõe-se, para a reabilitação da ETAR de Porto Côvo (figura 5.1), de modo a reduzir os custos de operação, nomeadamente o consumo energético e deposição em aterro de lamas, a adopção de tratamento anaeróbio, instalando uma linha de tratamento, munida de reactor UASB seguido de filtro biológico percolador e decantador secundário, em paralelo à linha de lamas activadas existente, ficando deste modo a ETAR com duas linhas de tratamento distintas, prevendo-se a necessidade de recurso à linha de lamas activadas, apenas como resposta às variações de caudal registadas no período de verão.

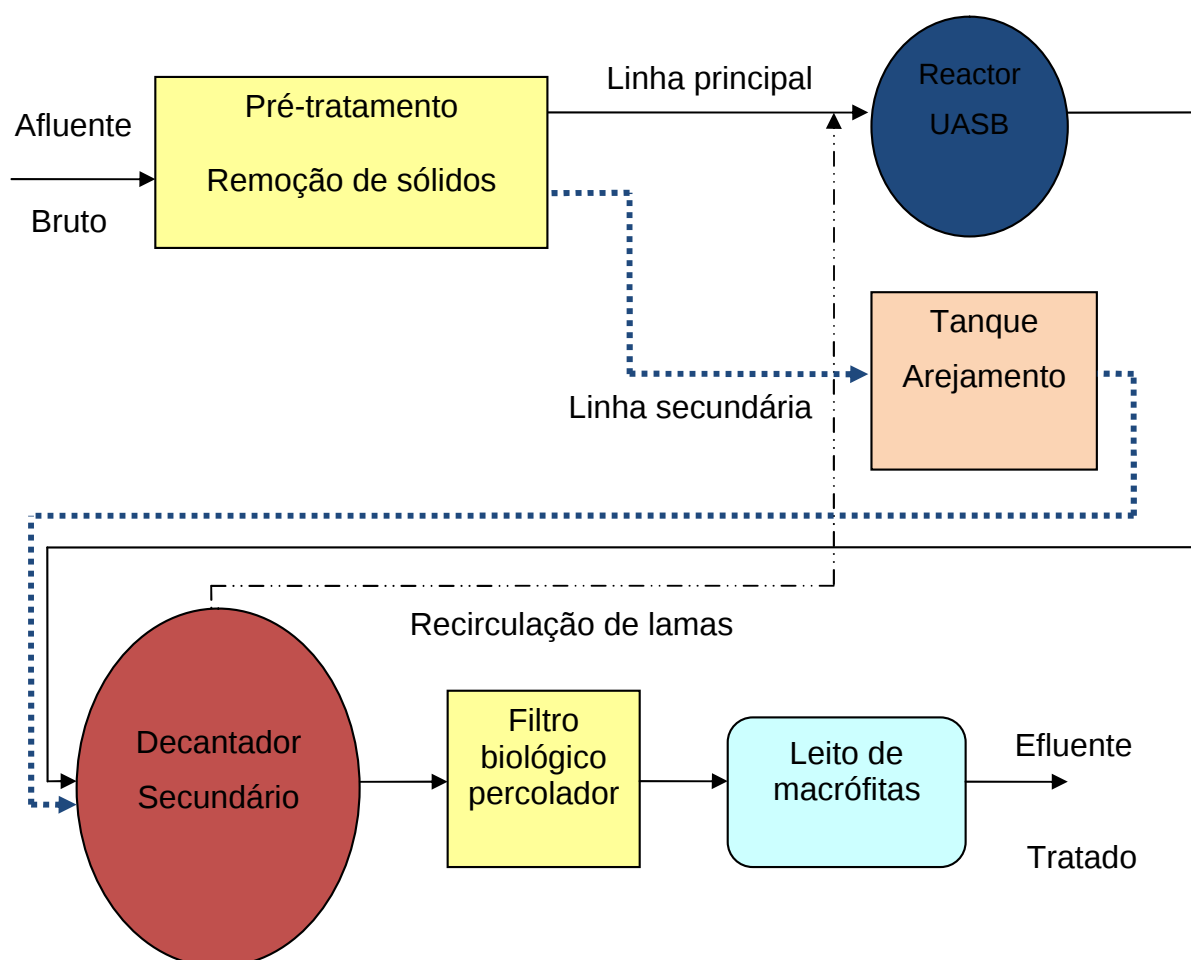


Figura 5.1 - Diagrama linear proposto para a reabilitação da ETAR de Porto Côvo

6 Referencias Bibliográficas

ANDREOLI, C. (coordenador) (2006). *Alternativas de uso de resíduos do saneamento*. ABES, Rio de Janeiro.

CAMPOS, J.R. (coordenador) (1999). *Tratamento de esgotos sanitários por processos anaeróbios e disposição controlada no solo*. ABES, Rio de Janeiro.

CARRASCO, K. I. A. (1992). *Balanço de Massa e Energia: Aplicação ao Tratamento de Esgotos Sanitários com Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo (UASB) à Temperatura de 20 °C*. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CATUNDA, P.F.C.; VAN HAANDEL, A.C. (1996). *Improved performance and increased applicability of waste stabilization ponds by pretreatment in a UASB reactor*. Water Science and Technology.

CHARLESTON, L.O., ROBLES, A.N., BOHÓRQUEZ, S.S. (1996). *Efectos de lamass activados de purga sobre el funcionamiento de un reactor UASB piloto y las características del lecho de lamas granular*. In: Anais, Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, México.

CHERNICHARO, C.A.L. (2007). *Reatores Anaeróbios. Coleção "Princípios do tratamento biológico de águas residuárias"*. 2ª Edição, DESA, UFMG, Belo Horizonte.

CHERNICHARO, C.A.L. (coordenador) (2001_a). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios - aspectos metodológicos*. ABES, Rio de Janeiro.

CHERNICHARO, C.A.L. (coordenador) (2001_b). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios - coletânea de trabalhos técnicos Volume I*. ABES, Rio de Janeiro.

CHERNICHARO, C.A.L. (coordenador) (2001_c). *Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios - coletânea de trabalhos técnicos Volume II*. ABES, Rio de Janeiro.

COLETTI, F.J., POVINELLI, J., DANIEL, L. A., (1997). *Pós-tratamento por lodos activados de efluentes provenientes de processos anaeróbios de tratamento de*

esgoto sanitário; Determinação de constantes cinéticas. In: Anais: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Foz do Iguaçu.

COURA, M. A., VAN HAANDEL, A. C., (1999). *Viabilidade técnica e econômica do digestor anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) no sistema anaeróbio/aeróbio.* In: Anais: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Rio de Janeiro, 1999.

CYBIS, L. F., PICKBRENNER, K., (2000). *Uso de reatores seqüenciais em batelada para pós-tratamento de efluentes de tratamento anaeróbio.* In: 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre.

DIAS V. N., PACHECO P. M., SOUTINHO E. A. (2000) – *FITO-ETAR's: mecanismos de depuração e papel das plantas.* 5º Congresso da Água, Lisboa.

DIXON, N. G. H., GAMBRILL, M. P., CATUNDA, P. F., VAN HAANDEL, A. C. (1995). *Removal of pathogenic organisms from the effluent of a upflow anaerobic digester using waste stabilization ponds,* Water Science Tech.

EKMAN, M. C. S., PALOSCHI, R. S., SOUZA, J. F., (2000). *Avaliação do desempenho da partida de um reator UASB operando em condições climáticas desfavoráveis.* In. 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre.

FREIRE, V. H., VON SPERLING, M., CHERNICHARO, C. A. L., (1999). *Avaliação do desempenho de um sistema combinado UASB – Lodos activados no tratamento de efluentes sanitários.* In: Anais: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Rio de Janeiro.

JORDÃO, E.P., PESSOA, C A., (2005). *Tratamento de esgotos domésticos.* 4a ed. SEGRAC, Rio de Janeiro.

LETTINGA G. (1995). *Introduction In: International course on anaerobic treatment. Wageningen.* Agricultural University / IHE Delft. Wageningen.

LEVY, J.Q., SANTIAGO, J.S., SALLES, F.B.. *Volume II - Manual de O&M,* Instituto Superior Técnico.

LUOSTARINEN, S., SANDERS, W., KUJAWA-ROELEVELD, K., ZEEMAN, G., (2007). *Effect of temperature on anaerobic treatment of black water in UASB-septic*

tank systems. Bioresource Technology

METCALF & EDDY, (2003). *Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, 4th Edition*. McGraw-Hill, New York.

MEYSTRE, J.A. (2007). *Partida de um reator UASB, em escala piloto, para tratamento de efluente doméstico: estudo de caso para a região da serra da Mantiqueira*. Tese de Mestrado em Ciências em Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá.

NARKOLI, S. K., MENROTRA, I. (1997). *Sludge blanket of UASB reactor: mathematical simulation*. Water Science Tech.

OLIVA, L.C.H.V. (1997). *Tratamento de esgotos sanitários com reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) protótipo: desempenho e respostas às sobrecargas hidráulicas*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

PASSIG, F.H. ,VILELA, L.C.H., FERREIRA, O.P. (1999). *ETE – Piracicamirim – nova concepção de sistema de tratamento de esgotos sanitários – partida, operação e monitoramento de desempenho*. In: Anais: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro.

PEREIRA, M.F.M., (2008). *Contributo para avaliar a possibilidade de reutilização das areias removidas nas ETAR*. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil Engenharia Sanitária, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

PIEROTTI, S.M., (2007). *Avaliação da partida de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB), em escala real, sob condições hidráulicas desfavoráveis*. Tese de Mestrado em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

RAPOSO, J.R., (1996). *A rega: dos primitivos regadios às modernas técnicas de rega*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

SILVA, S.M.C.P da; ALÉM SOBRINHO, P.; Jr., A.S.G., (1995). *Avaliação do sistema reator UASB e processo de lodos activados para tratamento de esgotos sanitários com elevada parcela de contribuição industrial*. In: Anais: Congresso Brasileiro de

Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Bahia, Salvador.

SOUSA, F. P., CAVALCANTI, P. F. F., VAN HAANDEL, A. C. (1998). *Efeito da proporção área/profundidade sobre o desempenho de um reator UASB*. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro.

SOUZA, J.T., FORESTI, E., (1996). *Domestic sewage treatment in an upflow anaerobic sludge blanket -sequencing batch reactor system*. Water Science and Technology.

SOUZA, J.T., FORESTI, E., (1997). *Pós - tratamento de efluente pré - tratado anaerobicamente através de reator seqüencial em batelada*. In: Anais: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES, Foz do Iguaçu.

SPEECE, R.E. (1996). *Anaeróbio Biotechnology for Industrial Wastewaters.*, Archae Press, Nashville, Tennessee.

VAN HAANDEL, A. C., LETTINGA, G. (1994). *Tratamento Anaeróbio de Esgotos: Um Manual para Regiões de Clima Quente*, Epgraf, Campina Grande.

VERSIANI, B.M.; JORDÃO, E.P.; VOLSCHAN JÚNIOR, L; DEZOTTI, M.W.C.; AZEVEDO, J.P.S. (2005). *Fatores Intervenientes no desempenho de um reator UASB submetido a diferentes condições operacionais*. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande.

VON SPERLING M. (1995). *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Volume 1: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. DESA, UFMG, Belo Horizonte.

VON SPERLING, M., FREIRE, V.H., CHERNICHARO, C.A.L. (2000). *Performance evaluation of an UASB – activated sludge system treating municipal wastewater*. In: 1st World Water Congress of the International Water Association (IWA), Paris.

7 Anexo I

SST (mg/L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	124	144	149	156	150	187	258	325	263	231	115	103
2001	89	104	66	112	159	177	123	201	141	116	161	101
2002	122	166	136	186	195	211	190	258	185	127	143	129
2003	101	120	113	107	120	146	147	198	164	174	112	117
2004	148	159	154	136	168	175	194	179	160	168	132	129
2005	204	189	209	157	195	146	151	219	244	162	82	99
2006	100	114	78	83	109	144	147	228	224	136	76	83
2007	126	123	156	163	159	198	169	161	156	183	89	105
2008	128	180	520	140	143	120	33	314	400	160	120	-

SST (mg/L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	58	38	47	53	70	48	44	64	52	44	30	24
2001	16	16	20	32	60	55	43	43	19	38	23	19
2002	9	19	60	35	42	36	56	48	37	33	36	25
2003	29	56	63	41	58	56	67	56	32	48	35	32
2004	55	60	48	62	71	83	77	90	52	42	19	17
2005	50	83	82	61	63	76	41	68	66	52	28	22
2006	16	11	8	7	22	14	32	77	63	40	33	15
2007	11	11	13	16	15	39	49	42	39	35	54	99
2008	21	540	600	133	140	63	90	33	35	145	25	-

SST (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	53%	74%	68%	66%	53%	74%	83%	80%	80%	81%	74%	77%
2001	82%	85%	70%	71%	62%	69%	65%	79%	87%	67%	86%	81%
2002	93%	89%	56%	81%	78%	83%	71%	81%	80%	74%	75%	81%
2003	71%	53%	44%	62%	52%	62%	54%	72%	80%	72%	69%	73%
2004	63%	62%	69%	54%	58%	53%	60%	50%	68%	75%	86%	87%
2005	75%	56%	61%	61%	68%	48%	73%	69%	73%	68%	66%	78%
2006	84%	90%	90%	92%	80%	90%	78%	66%	72%	71%	57%	82%
2007	91%	91%	92%	90%	91%	80%	71%	74%	75%	81%	39%	6%
2008	84%	-200%	-15%	5%	2%	48%	-173%	89%	91%	9%	79%	-

Carga em SST (Kg/mês) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total anual	Media mensal
2000	505	490	762	1091	837	1183	3020	6005	1829	970	502	1454	18647	1554
2001	1300	815	721	694	804	1268	1436	3607	1005	516	716	561	13443	1120
2002	509	586	771	1125	851	1079	2056	4928	1420	659	1054	1007	16047	1337
2003	758	793	770	978	783	1195	1797	3817	1256	888	541	675	14253	1188
2004	640	826	729	823	814	1398	2594	3600	1445	943	452	346	14610	1218
2005	676	547	793	642	973	1140	2092	4476	1763	863	510	546	15023	1252
2006	431	481	616	613	565	1085	2055	4687	1755	992	697	514	14491	1208
2007	509	711	617	848	866	1386	2129	3137	1254	778	325	400	12960	1080
2008	658	443	1755	457	396	809	382	5649	3047	557	357	-	14510	1209

	Carga em SST (Kg/mês) Efluente Tratado												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	236	129	240	371	390	304	515	1183	362	185	131	339	4384	365
2001	234	125	218	198	304	394	502	772	135	169	102	106	3259	272
2002	38	67	340	212	183	184	606	917	284	171	265	195	3463	289
2003	218	370	429	375	379	458	819	1080	245	245	169	185	4971	414
2004	238	312	227	375	344	663	1029	1810	470	236	65	46	5815	485
2005	166	240	311	249	314	593	568	1390	477	277	174	121	4882	407
2006	69	46	63	52	114	106	447	1583	494	292	303	93	3661	305
2007	44	64	51	83	82	273	617	818	313	149	197	377	3070	256
2008	108	1330	2025	434	388	425	1042	594	267	505	74	-	7191	599

	Carga em SST (Kg/mês) Eliminada												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	269	361	522	720	446	879	2505	4823	1467	785	371	1115	14263	1189
2001	1066	690	502	496	501	874	934	2835	870	347	613	455	10184	849
2002	471	519	431	913	668	895	1450	4011	1136	488	788	812	12584	1049
2003	540	423	341	603	405	737	978	2738	1011	643	372	491	9281	773
2004	402	514	502	448	470	735	1564	1790	975	708	387	300	8796	733
2005	511	307	482	393	658	547	1524	3086	1286	586	336	425	10141	845
2006	362	435	553	561	451	980	1608	3104	1262	701	395	421	10830	903
2007	465	647	566	765	784	1113	1511	2319	940	629	128	23	9890	824
2008	550	0	0	23	8	384	0	5055	2780	52	282	-	9135	761

CQO (mgO₂/L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	525	612	510	502	450	594	548	826	675	553	506	250
2001	142	163	103	394	446	651	590	705	587	459	472	363
2002	459	717	456	509	806	766	653	906	600	482	419	400
2003	341	373	413	361	427	767	627	850	631	412	375	428
2004	423	424	516	571	685	582	735	581	655	593	622	640
2005	791	818	649	639	764	659	742	667	747	532	367	217
2006	310	319	223	213	453	578	681	791	682	333	165	349
2007	463	272	473	646	529	660	665	810	634	555	463	544
2008	291	508	783	362	393	416	359	809	673	676	366	-

CQO (mgO₂/L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	86	95	98	100	113	97	121	142	142	132	103	86
2001	74	68	61	118	117	118	114	100	79	101	84	62
2002	52	71	129	130	131	122	108	111	114	114	99	74
2003	77	86	96	111	98	135	156	103	83	93	88	84
2004	94	69	89	78	122	162	146	170	84	71	56	57
2005	135	125	128	140	121	146	105	132	118	100	63	101
2006	43	56	63	67	76	63	86	140	160	74	75	58
2007	58	55	68	88	71	98	102	120	125	104	135	108
2008	75	172	140	175	140	107	173	184	173	129	73	-

CQO (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	84%	84%	81%	80%	75%	84%	78%	83%	79%	76%	80%	66%
2001	48%	58%	41%	70%	74%	82%	81%	86%	87%	78%	82%	83%
2002	89%	90%	72%	74%	84%	84%	83%	88%	81%	76%	76%	82%
2003	77%	77%	77%	69%	77%	82%	75%	88%	87%	77%	77%	80%
2004	78%	84%	83%	86%	82%	72%	80%	71%	87%	88%	91%	91%
2005	83%	85%	80%	78%	84%	78%	86%	80%	84%	81%	83%	53%
2006	86%	82%	72%	69%	83%	89%	87%	82%	77%	78%	55%	83%
2007	87%	80%	86%	86%	87%	85%	85%	85%	80%	81%	71%	80%
2008	74%	66%	82%	52%	64%	74%	52%	77%	74%	81%	80%	-

	Carga em CQO (Kg/mês) Efluente Bruto												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	2137	2081	2610	3510	2510	3757	6414	15263	4694	2322	2209	3530	51036	4253
2001	2074	1277	1125	2440	2256	4663	6890	12650	4185	2043	2098	2016	43719	3643
2002	1914	2533	2586	3078	3517	3919	7067	17306	4607	2502	3088	3124	55242	4603
2003	2558	2466	2815	3298	2787	6279	7664	16388	4834	2103	1811	2470	55475	4623
2004	1830	2202	2444	3456	3320	4649	9827	11683	5916	3330	2131	1715	52503	4375
2005	2622	2369	2464	2614	3811	5146	10282	13633	5399	2834	2284	1197	54654	4554
2006	1335	1346	1760	1572	2347	4356	9522	16261	5344	2430	1514	2160	49948	4162
2007	1872	1571	1872	3361	2881	4620	8376	15783	5095	2360	1693	2072	51555	4296
2008	1497	1251	2643	1182	1088	2805	4158	14553	5126	2353	1088	-	37744	3145

	Carga em CQO (Kg/mês) Efluente Tratado												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	350	323	501	699	630	614	1416	2624	987	554	450	1214	10363	864
2001	1081	533	666	731	592	845	1331	1794	563	450	373	344	9304	775
2002	217	251	731	786	572	624	1169	2120	875	592	730	578	9245	770
2003	578	569	654	1014	640	1105	1907	1986	636	475	425	485	10473	873
2004	407	358	422	472	591	1294	1952	3419	759	399	192	153	10417	868
2005	448	362	486	573	604	1140	1455	2698	853	533	392	557	10099	842
2006	185	236	497	495	394	475	1202	2878	1254	540	688	359	9203	767
2007	234	318	269	458	387	686	1285	2338	1005	442	494	411	8326	694
2008	386	424	473	571	388	722	2004	3310	1318	449	217	-	10260	855

	Carga em CQO (Kg/mês) Remoção												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	1787	1758	2108	2811	1879	3144	4998	12639	3706	1768	1759	2315	40673	3389
2001	993	745	459	1710	1664	3818	5559	10856	3622	1593	1725	1672	34414	2868
2002	1698	2282	1854	2292	2946	3295	5899	15186	3732	1910	2358	2546	45997	3833
2003	1981	1898	2160	2284	2148	5174	5758	14402	4198	1628	1386	1986	45002	3750
2004	1423	1844	2022	2984	2729	3355	7875	8265	5157	2932	1939	1562	42086	3507
2005	2175	2007	1978	2041	3207	4006	8827	10935	4546	2301	1892	640	44555	3713
2006	1150	1110	1263	1078	1954	3882	8319	13383	4090	1890	826	1801	40745	3395
2007	1637	1254	1603	2903	2494	3934	7091	13445	4090	1918	1199	1660	43229	3602
2008	1111	828	2170	611	701	2084	2154	11243	3809	1904	871	-	27484	2290

CBO₅ (mgO₂/L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	226	263	214	161	293	341	343	572	199	332	276	109
2001	46	82	54	239	285	413	376	502	374	330	345	185
2002	310	459	202	327	388	509	438	530	301	266	280	224
2003	174	182	264	217	243	382	398	743	441	256	269	263
2004	245	266	265	233	332	248	307	257	294	228	177	261
2005	396	341	407	345	438	480	426	447	470	403	160	94
2006	152	172	115	94	244	232	338	547	334	201	68	109
2007	153	143	259	224	181	411	325	374	450	318	235	308
2008	148	330	485	190	200	245	135	430	500	220	280	-

CBO₅ (mgO₂/L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	12	14	22	24	27	20	43	40	38	23	32	28
2001	14	21	15	21	30	43	31	41	24	31	23	17
2002	14	18	42	44	62	40	33	38	44	27	28	21
2003	24	22	29	40	29	34	37	29	26	25	19	19
2004	27	32	33	16	19	37	23	36	20	23	17	8
2005	38	68	50	49	36	47	32	30	35	28	18	9
2006	9	7	3	5	7	7	24	74	91	16	13	6
2007	5	6	3	6	5	16	27	13	26	25	53	20
2008	7	110	56	120	27	9	6	25	70	2	2	-

CBO₅ (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	95%	95%	90%	85%	91%	94%	87%	93%	81%	93%	88%	74%
2001	70%	74%	72%	91%	89%	90%	92%	92%	94%	91%	93%	91%
2002	95%	96%	79%	87%	84%	92%	92%	93%	85%	90%	90%	91%
2003	86%	88%	89%	82%	88%	91%	91%	96%	94%	90%	93%	93%
2004	89%	88%	88%	93%	94%	85%	93%	86%	93%	90%	90%	97%
2005	90%	80%	88%	86%	92%	90%	92%	93%	93%	93%	89%	90%
2006	94%	96%	97%	95%	97%	97%	93%	86%	73%	92%	81%	94%
2007	97%	96%	99%	97%	97%	96%	92%	97%	94%	92%	77%	94%
2008	95%	67%	88%	37%	87%	96%	96%	94%	86%	99%	99%	-

	Carga em CBO ₅ (Kg/mês) Efluente Bruto											Total	Media	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	920	894	1095	1126	1634	2157	4015	10569	1384	1394	1205	1539	27932	2328
2001	672	643	590	1480	1442	2958	4391	9007	2667	1469	1534	1027	27880	2323
2002	1293	1622	1145	1977	1693	2604	4740	10124	2311	1381	2063	1749	32704	2725
2003	1305	1203	1799	1983	1586	3127	4865	14325	3379	1307	1299	1518	37697	3141
2004	1060	1382	1255	1410	1609	1981	4105	5168	2655	1280	606	699	23211	1934
2005	1313	988	1545	1411	2185	3748	5903	9137	3397	2147	996	518	33287	2774
2006	655	726	908	694	1264	1749	4726	11245	2617	1467	624	674	27349	2279
2007	619	826	1025	1165	986	2877	4093	7287	3616	1352	859	1173	25879	2157
2008	761	813	1637	620	554	1652	1564	7735	3809	766	832	-	20742	1729

	Carga em CBO ₅ (Kg/mês) Efluente Tratado												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	49	48	113	168	151	127	503	739	264	97	140	395	2792	233
2001	204	165	164	130	152	308	362	736	171	138	102	94	2726	227
2002	58	64	238	266	271	205	357	726	338	140	206	164	3033	253
2003	180	145	198	365	189	278	452	559	199	128	92	110	2896	241
2004	117	166	156	97	92	296	308	724	181	129	58	21	2345	195
2005	126	197	190	200	180	367	443	613	253	149	112	50	2880	240
2006	39	30	24	37	36	53	336	1521	713	117	119	37	3061	255
2007	20	35	12	31	27	112	340	253	209	106	194	76	1416	118
2008	36	271	189	392	75	61	69	450	533	7	6	-	2089	174

	Carga em CBO ₅ (Kg/mês) Remoção												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	871	847	982	958	1483	2030	3512	9830	1120	1297	1065	1144	25140	2095
2001	467	478	426	1350	1290	2650	4029	8272	2496	1331	1431	933	25153	2096
2002	1235	1558	907	1711	1423	2399	4383	9398	1973	1241	1857	1585	29671	2473
2003	1125	1058	1602	1617	1397	2849	4413	13766	3179	1179	1207	1408	34801	2900
2004	943	1215	1099	1313	1517	1685	3797	4444	2475	1151	548	678	20866	1739
2005	1187	791	1355	1211	2005	3381	5460	8523	3144	1998	884	469	30407	2534
2006	616	696	884	657	1228	1696	4390	9724	1904	1350	505	637	24288	2024
2007	598	791	1013	1134	958	2765	3753	7034	3407	1246	666	1097	24464	2039
2008	725	542	1448	229	479	1591	1494	7286	3275	759	826	-	18654	1554

Oleos e gorduras (mg/L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	56,0	129,0	26,0	52,0	37,0	69,0	68,0	85,0	34,0	6,0	15,0	3,0
2001	0,8	2,9	3,7	20,0	4,0	25,0	9,5	61,7	7,8	23,7	7,9	26,2
2002	16,3	64,4	52,7	4,1	22,3	51,5	26,6	9,9	20,9	15,6	21,4	23,7
2003	16,7	26,6	10,3	27,1	23,3	24,3	24,1	23,6	32,7	16,4	26,0	15,0
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	36,50	38,80	-	-	1,60	73,10	-	47,50	36,80	11,25	5,53
2006	9,1	9,1	11,5	12,1	29,9	31,3	43,1	41,3	34,6	33,2	17,8	20,0
2007	22,4	27,3	32,3	34,4	34,3	47,8	28,4	32,4	43,8	37,7	20,8	35,1
2008	21,7	44,9	24,9	23,1	9,2	23,9	4,7	16,5	22,9	-	-	-

Oleos e gorduras (mg/L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	0,10	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	1,10	5,40	2,60	0,10	0,30	0,30
2001	0,07	0,09	0,60	0,60	0,60	0,60	0,19	0,30	0,40	0,40	0,10	0,07
2002	0,01	0,21	0,37	0,20	0,50	0,79	1,50	0,08	0,38	0,51	1,73	0,63
2003	2,47	3,46	3,39	3,50	3,40	2,60	5,70	9,10	6,00	3,50	4,00	4,00
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	5,2	3	-	-	0,4	0,3	-	0,65	0,7	0,34	0,2
2006	0,20	1,28	0,18	0,24	0,32	0,59	0,50	1,17	0,65	0,78	0,75	0,57
2007	0,40	0,89	0,14	0,30	0,45	0,53	0,82	1,45	0,42	0,49	0,65	1,13
2008	3,17	0,10	0,17	0,84	0,87	0,78	1,54	0,76	0,88	-	-	-

Óleos e gorduras (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	100%	100%	99%	100%	100%	100%	98%	94%	92%	98%	98%	90%
2001	91%	97%	84%	97%	85%	98%	98%	100%	95%	98%	99%	100%
2002	100%	100%	99%	95%	98%	98%	94%	99%	98%	97%	92%	97%
2003	85%	87%	67%	87%	85%	89%	76%	61%	82%	79%	85%	73%
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	86%	92%	-	-	75%	100%	-	99%	98%	97%	96%
2006	98%	86%	98%	98%	99%	98%	99%	97%	98%	98%	96%	97%
2007	98%	97%	100%	99%	99%	99%	97%	96%	99%	99%	97%	97%
2008	85%	100%	99%	96%	91%	97%	67%	95%	96%	-	-	-

Azoto Total (mg N/L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	66,0	80,0	55,0	41,0	56,0	70,0	98,0	97,0	75,0	83,0	80,0	50,0
2001	60,0	80,0	41,0	66,0	40,0	130,0	135,0	178,0	69,0	132,0	130,0	111,0
2002	79,0	82,0	108,0	84,0	111,0	146,0	115,0	122,0	116,0	103,0	93,0	51,0
2003	37,0	36,0	62,0	35,0	111,0	142,0	137,0	105,0	77,0	75,0	78,0	57,0
2004	34,0	35,0	58,0	242,0	108,0	61,0	171,0	181,0	162,0	107,0	89,0	83,0
2005	148,0	158,0	100,0	234,0	75,0	142,0	148,0	189,0	81,0	42,0	66,0	74,0
2006	71,5	134,2	49,2	67,0	90,6	15,9	117,0	83,9	138,4	62,7	15,8	19,3
2007	40,0	119,7	96,3	169,0	63,0	81,5	197,7	131,5	77,2	70,7	119,3	55,9
2008	31,6	84,3	86,1	183,0	35,7	57,0	114,0	129,0	118,0	-	110,0	-

Azoto Total (mg N/L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	7,0	14,0	9,0	6,0	14,0	21,0	49,0	63,0	47,0	53,0	54,0	20,0
2001	24,0	27,0	15,0	16,0	16,0	23,0	50,0	66,0	16,0	32,0	31,0	31,0
2002	14,0	23,0	26,0	30,0	40,0	41,0	46,0	52,0	39,0	31,0	35,0	15,0
2003	16,0	28,0	24,0	18,0	38,0	42,0	40,0	39,0	19,0	28,0	38,0	23,0
2004	19,0	23,0	41,0	46,0	40,0	42,0	95,0	126,0	99,0	34,0	47,0	46,0
2005	73,0	35,0	40,0	94,0	43,0	46,0	25,0	51,0	20,0	29,0	51,0	32,0
2006	30,1	48,2	23,1	35,1	22,8	33,0	51,4	75,3	81,5	27,3	27,8	21,5
2007	13,2	122,3	17,5	86,9	18,7	20,0	26,4	71,6	39,2	16,0	86,4	48,3
2008	33,8	69,1	44,2	70,4	38,1	15,9	9,7	35,5	48,3	-	5,6	-

Azoto Total (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	89%	83%	84%	85%	75%	70%	50%	35%	37%	36%	33%	60%
2001	60%	66%	63%	76%	60%	82%	63%	63%	77%	76%	76%	72%
2002	82%	72%	76%	64%	64%	72%	60%	57%	66%	70%	62%	71%
2003	57%	22%	61%	49%	66%	70%	71%	63%	75%	63%	51%	60%
2004	44%	34%	29%	81%	63%	31%	44%	30%	39%	68%	47%	45%
2005	51%	78%	60%	60%	43%	68%	83%	73%	75%	31%	23%	57%
2006	58%	64%	53%	48%	75%	- 108%	56%	10%	41%	56%	-76%	-11%
2007	67%	-2%	82%	49%	70%	75%	87%	46%	49%	77%	28%	14%
2008	-7%	18%	49%	62%	-7%	72%	91%	72%	59%	-	95%	-

	Carga em Azoto total (Kg/mês) Efluente Bruto												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	268,7	272,1	281,4	286,7	312,3	442,8	1147,1	1792,4	521,6	348,5	349,2	705,9	6728,6	560,7
2001	876,4	627,0	447,7	408,8	202,4	931,2	1576,5	3193,9	492,0	587,5	577,9	616,5	10537,7	878,1
2002	329,5	289,7	612,4	507,9	484,4	746,9	1244,6	2330,4	890,6	534,7	685,3	398,3	9054,9	754,6
2003	277,6	238,0	422,5	319,8	724,6	1162,6	1674,7	2024,4	589,9	382,9	376,7	329,0	8522,6	710,2
2004	147,1	181,8	274,7	1464,6	523,5	487,3	2286,3	3639,7	1463,2	600,9	304,9	222,4	11596,3	966,4
2005	490,6	457,6	379,6	957,1	374,1	1108,9	2050,8	3863,2	585,4	223,7	410,8	408,0	11309,8	942,5
2006	307,9	566,3	388,3	494,6	469,5	119,8	1635,9	1724,8	1084,5	457,5	145,0	119,4	7513,6	626,1
2007	161,7	691,5	381,2	879,3	343,1	570,5	2490,0	2562,3	620,4	300,6	436,3	212,9	9649,7	804,1
2008	162,5	207,6	290,6	597,5	98,9	384,4	1320,5	2320,6	898,8	-	326,9	-	6608,2	550,7

	Carga em Azoto total (Kg/mês) Efluente Tratado												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	28,50	47,61	46,05	41,95	78,08	132,83	573,55	1164,11	326,84	222,55	235,71	282,36	3180,13	265,01
2001	350,57	211,60	163,80	99,10	80,94	164,75	583,90	1184,24	114,08	142,43	137,80	172,17	3405,38	283,78
2002	58,39	81,26	147,42	181,41	174,56	209,76	497,86	993,30	299,44	160,92	257,92	117,15	3179,39	264,95
2003	120,03	185,14	163,56	164,45	248,06	343,85	488,96	751,92	145,56	142,94	183,50	132,76	3070,73	255,89
2004	82,19	119,46	194,18	278,39	193,88	335,50	1270,15	2533,73	894,17	190,94	161,02	123,23	6376,85	531,40
2005	242,00	101,36	151,84	384,46	214,48	359,21	346,43	1042,44	144,54	154,48	317,42	176,45	3635,11	302,93
2006	129,61	203,40	182,33	259,11	118,15	248,72	718,67	1548,02	638,63	199,21	255,12	133,04	4634,02	386,17
2007	53,37	706,53	69,27	452,14	101,84	140,00	332,51	1395,13	315,01	68,03	315,96	183,93	4133,71	344,48
2008	173,83	170,19	149,18	229,86	105,50	107,21	112,36	638,61	367,90	-	16,64	-	2071,28	172,61

	Carga em Azoto total (Kg/mês) Remoção												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	240	224	235	245	234	310	574	628	195	126	113	424	3548	296
2001	526	415	284	310	121	766	993	2010	378	445	440	444	7132	594
2002	271	208	465	327	310	537	747	1337	591	374	427	281	5876	490
2003	158	53	259	155	477	819	1186	1272	444	240	193	196	5452	454
2004	65	62	81	1186	330	152	1016	1106	569	410	144	99	5219	435
2005	249	356	228	573	160	750	1704	2821	441	69	93	232	7675	640
2006	178	363	206	235	351	0	917	177	446	258	0	0	3132	261
2007	108	0	312	427	241	431	2158	1167	305	233	120	29	5531	461
2008	0	37	141	368	0	277	1208	1682	531	-	310	-	4555	380

Fosforo Total (mg P/L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	10,0	13,0	7,0	11,0	10,0	11,0	19,0	16,0	16,0	4,0	7,0	3,0
2001	1,7	3,5	6,0	33,0	4,0	11,0	19,0	21,0	22,0	26,0	21,0	26,0
2002	19,0	24,0	23,0	16,0	25,0	20,0	15,0	13,6	13,3	11,0	15,7	15,0
2003	12,7	11,9	35,6	14,5	19,3	30,6	31,7	88,0	29,0	26,0	12,0	23,0
2004	27,0	19,8	16,0	19,9	24,5	17,5	40,2	180,5	161,6	31,3	27,1	22,8
2005	51,0	46,0	43,4	26,6	50,4	27,2	24,0	38,0	24,4	31,4	36,0	15,7
2006	16,7	21,9	15,2	17,0	19,6	30,5	29,0	31,5	23,1	14,7	10,1	10,5
2007	15,9	12,4	17,9	21,3	17,1	17,1	30,8	10,0	17,3	7,1	7,2	5,3
2008	5,8	27,4	6,8	7,3	6,8	6,8	9,8	10,2	8,2	7,6	8,6	-

Fosforo Total (mg P/L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	6,0	6,0	4,0	3,0	2,0	5,0	11,0	11,0	11,0	3,0	3,0	1,0
2001	0,7	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	6,0	9,0	12,0	10,0	11,0
2002	9,0	10,0	8,0	5,0	9,0	4,0	3,0	1,5	5,2	3,4	3,2	3,7
2003	2,3	7,2	15,9	4,8	6,9	6,7	8,6	21,0	9,7	9,4	6,3	9,0
2004	14,0	9,3	8,0	6,2	7,3	9,2	21,1	9,5	9,8	13,1	13,5	20,3
2005	27,0	18,0	23,7	9,4	11,8	8,4	6,0	15,0	13,2	12,2	25,2	22,1
2006	23,3	24,5	16,0	15,6	18,1	17,2	19,1	14,0	15,1	8,5	5,8	6,7
2007	14,0	16,7	16,2	27,6	16,0	8,0	9,3	5,6	7,1	8,7	7,7	7,0
2008	5,8	3,8	6,5	6,8	4,5	7,3	2,1	3,6	5,6	2,3	3,2	-

FosforoTotal (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	40%	54%	43%	73%	80%	55%	42%	31%	31%	25%	57%	67%
2001	59%	14%	67%	94%	50%	82%	79%	71%	59%	54%	52%	58%
2002	53%	58%	65%	69%	64%	80%	80%	89%	61%	69%	80%	75%
2003	82%	39%	55%	67%	64%	78%	73%	76%	67%	64%	48%	61%
2004	48%	53%	50%	69%	70%	47%	48%	95%	94%	58%	50%	11%
2005	47%	61%	45%	65%	77%	69%	75%	61%	46%	61%	30%	-41%
2006	-40%	-12%	-5%	8%	8%	44%	34%	56%	35%	42%	43%	36%
2007	12%	-35%	9%	-30%	6%	53%	70%	44%	59%	-23%	-7%	-32%
2008	0%	86%	4%	6%	34%	-8%	78%	65%	32%	70%	63%	-

	Carga em Fosforo total (Kg/mês) Efluente Bruto												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	40,7	44,2	35,8	76,9	55,8	69,6	222,4	295,6	111,3	16,8	30,6	42,4	1042,0	86,8
2001	24,8	27,4	65,5	204,4	20,2	78,8	221,9	376,8	156,9	115,7	93,3	144,4	1530,2	127,5
2002	79,2	84,8	130,4	96,8	109,1	102,3	162,3	259,8	102,1	57,1	115,7	117,2	1416,8	118,1
2003	95,3	78,7	242,6	132,5	126,0	250,5	387,5	1696,6	222,2	132,7	57,9	132,8	3555,3	296,3
2004	116,8	102,8	75,8	120,4	118,8	139,8	537,5	3629,7	1459,6	175,8	92,8	61,1	6630,8	552,6
2005	169,1	133,2	164,7	108,8	251,4	212,4	332,6	776,7	176,3	167,3	224,1	86,6	2803,1	233,6
2006	71,9	92,4	120,0	125,5	101,6	229,9	405,5	647,6	181,0	107,3	92,7	65,0	2240,2	186,7
2007	64,3	71,6	70,8	110,8	93,1	119,7	387,9	194,9	139,0	30,2	26,3	20,2	1328,9	110,7
2008	29,8	67,5	22,8	23,7	18,7	45,9	114,0	183,5	62,8	26,5	25,7	-	620,9	51,7

	Carga em Fosforo total (Kg/mês) Efluente Tratado												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	24,4	20,4	20,5	21,0	11,2	31,6	128,8	203,3	76,5	12,6	13,1	14,1	577,4	48,1
2001	10,2	23,5	21,8	12,4	10,1	14,3	46,7	107,7	64,2	53,4	44,5	61,1	469,9	39,2
2002	37,5	35,3	45,4	30,2	39,3	20,5	32,5	28,7	39,9	17,6	23,6	28,9	379,4	31,6
2003	17,3	47,6	108,4	43,9	45,0	54,9	105,1	404,9	74,3	48,0	30,4	51,9	1031,6	86,0
2004	60,6	48,3	37,9	37,5	35,4	73,5	282,1	191,0	88,5	73,6	46,3	54,4	1029,0	85,8
2005	89,5	52,1	90,0	38,4	58,9	65,6	83,1	306,6	95,4	65,0	156,8	121,9	1223,3	101,9
2006	100,3	103,4	126,3	115,2	93,8	129,6	267,1	287,8	118,3	62,0	53,2	41,5	1498,5	124,9
2007	56,6	96,5	64,1	143,6	87,1	56,0	117,1	109,1	57,1	37,0	28,2	26,7	879,0	73,3
2008	29,7	9,2	21,8	22,2	12,5	49,4	24,8	64,0	42,8	7,9	9,6	-	294,0	24,5

	Carga em Fosforo total (Kg/mês) Remoção												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	16,3	23,8	15,4	55,9	44,6	38,0	93,6	92,4	34,8	4,2	17,5	28,2	464,6	38,7
2001	14,6	3,9	43,7	192,0	10,1	64,5	175,2	269,1	92,7	62,3	48,9	83,3	1060,3	88,4
2002	41,7	49,5	85,1	66,5	69,8	81,9	129,9	231,1	62,2	39,5	92,1	88,3	1037,4	86,5
2003	78,0	31,1	134,3	88,6	80,9	195,7	282,4	1291,8	147,9	84,7	27,5	80,8	2523,7	210,3
2004	56,2	54,5	37,9	82,9	83,4	66,3	255,4	3438,6	1371,1	102,2	46,6	6,7	5601,8	466,8
2005	79,6	81,1	74,8	70,3	192,5	146,8	249,4	470,1	80,9	102,3	67,2	0,0	1615,1	134,6
2006	0,0	0,0	0,0	10,3	7,8	100,2	138,4	359,8	62,7	45,2	39,5	23,5	787,4	65,6
2007	7,7	0,0	6,7	0,0	6,0	63,7	270,8	85,7	82,0	0,0	0,0	0,0	522,6	43,5
2008	0,0	58,2	1,0	1,5	6,3	0,0	89,2	119,4	20,0	18,7	16,1	-	330,3	27,5

Agentes tensioactivos (mg /L) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	8,00	9,00	2,00	7,00	7,00	8,00	5,00	7,00	5,00	5,00	4,00	2,00
2001	0,04	0,05	0,04	0,04	0,09	13,00	6,60	3,60	4,30	3,30	4,50	8,10
2002	4,60	2,50	3,10	1,90	5,50	3,15	4,58	8,46	4,67	3,87	2,74	2,91
2003	1,83	3,24	3,71	2,74	2,96	4,46	4,86	4,49	3,65	5,63	3,94	2,89
2004	2,10	2,40	3,80	5,00	9,00	8,60	7,90	5,00	8,40	8,40	12,10	9,70
2005	12,10	12,20	10,50	6,10	12,90	11,80	24,40	9,70	26,62	15,62	25,04	4,36
2006	9,83	11,10	9,58	5,31	3,46	18,37	2,57	42,89	37,85	7,30	3,03	4,88
2007	5,79	3,96	5,14	5,65	10,92	3,51	4,40	4,00	6,98	12,53	6,80	1,39
2008	2,05	5,26	-	4,57	2,23	4,80	3,18	2,39	3,99	-	4,28	-

Agentes tensioactivos (mg /L) Efluente Tratado

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	0,19	0,13	0,08	0,13	0,10	0,15	0,74	1,10	0,15	0,04	0,03	0,03
2001	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	2,00	0,40	0,30	0,30	0,20	0,40	0,50
2002	0,30	0,44	0,62	0,48	0,74	0,28	0,42	0,66	0,73	0,54	0,52	0,59
2003	0,37	0,47	0,34	0,42	0,58	0,90	0,71	0,61	0,38	0,84	0,60	0,41
2004	0,60	0,50	1,00	0,90	2,10	3,10	1,40	0,70	3,20	0,70	0,80	0,90
2005	1,80	1,90	1,60	0,80	4,50	1,00	1,90	0,43	3,31	0,64	1,02	1,00
2006	0,72	1,21	0,63	0,44	0,41	0,84	0,60	2,30	3,12	0,80	0,60	4,35
2007	0,52	0,83	0,51	0,63	0,93	0,56	0,77	0,45	0,56	0,75	0,39	0,47
2008	0,47	0,85	-	0,21	1,46	0,42	0,33	0,43	0,38	-	0,21	-

Agentes tensioactivos (%) Remoção

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2000	98%	99%	96%	98%	99%	98%	85%	84%	97%	99%	99%	99%
2001	25%	40%	25%	25%	67%	85%	94%	92%	93%	94%	91%	94%
2002	93%	82%	80%	75%	87%	91%	91%	92%	84%	86%	81%	80%
2003	80%	85%	91%	85%	80%	80%	85%	86%	90%	85%	85%	86%
2004	71%	79%	74%	82%	77%	64%	82%	86%	62%	92%	93%	91%
2005	85%	84%	85%	87%	65%	92%	92%	96%	88%	96%	96%	77%
2006	93%	89%	93%	92%	88%	95%	77%	95%	92%	89%	80%	11%
2007	91%	79%	90%	89%	91%	84%	83%	89%	92%	94%	94%	66%
2008	77%	84%	-	95%	35%	91%	90%	82%	90%	-	95%	-

Carga em agentes tensioactivos (Kg/mês) Efluente Bruto

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total anual	Media mensal
2000	32,57	30,61	10,23	48,94	39,04	50,60	58,53	129,35	34,77	21,00	17,46	28,24	501,33	41,78
2001	0,58	0,39	0,44	0,25	0,46	93,12	77,07	64,59	30,66	14,69	20,00	44,99	347,24	28,94
2002	19,19	8,83	17,58	11,49	24,00	16,12	49,57	161,60	35,86	20,09	20,19	22,73	407,24	33,94
2003	13,73	21,42	25,28	25,03	19,32	36,51	59,41	86,57	27,96	28,74	19,03	16,68	379,69	31,64
2004	9,08	12,47	18,00	30,26	43,62	68,70	105,62	100,55	75,87	47,17	41,45	25,99	578,78	48,23
2005	40,11	35,33	39,86	24,95	64,35	92,15	338,11	198,27	192,38	83,21	155,85	24,04	1288,60	107,38
2006	42,33	46,84	75,61	39,20	17,93	138,45	35,93	881,73	296,59	53,27	27,81	30,20	1685,90	140,49
2007	23,41	22,88	20,34	29,40	59,47	24,57	55,42	77,94	56,09	53,28	24,87	5,29	452,95	37,75
2008	10,54	12,96	-	14,92	6,17	32,37	36,83	42,99	30,39	-	12,72	-	199,90	16,66

Carga em agentes tensioactivos (Kg/mês) Efluente Tratado													Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	0,77	0,44	0,41	0,91	0,56	0,95	8,66	20,33	1,04	0,17	0,13	0,42	34,79	2,90
2001	0,44	0,24	0,33	0,19	0,15	14,33	4,67	5,38	2,14	0,89	1,78	2,78	33,30	2,78
2002	1,25	1,55	3,52	2,90	3,23	1,43	4,55	12,61	5,60	2,80	3,83	4,61	47,89	3,99
2003	2,78	3,11	2,32	3,84	3,79	7,37	8,68	11,76	2,91	4,29	2,90	2,37	56,10	4,67
2004	2,60	2,60	4,74	5,45	10,18	24,76	18,72	14,08	28,90	3,93	2,74	2,41	121,10	10,09
2005	5,97	5,50	6,07	3,27	22,45	7,81	26,33	8,79	23,92	3,41	6,35	5,51	125,38	10,45
2006	3,10	5,11	4,97	3,25	2,12	6,33	8,39	47,28	24,45	5,84	5,51	26,92	143,27	11,94
2007	2,10	4,79	2,02	3,28	5,06	3,92	9,70	8,77	4,50	3,19	1,43	1,79	50,55	4,21
2008	2,42	2,09	-	0,69	4,04	2,83	3,82	7,74	2,89	-	0,62	-	27,15	2,26

Carga em agentes tensioactivos (Kg/mês) Remoção													Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual	mensal
2000	31,79	30,17	9,82	48,04	38,48	49,65	49,86	109,02	33,73	20,83	17,33	27,81	466,53	38,88
2001	0,15	0,16	0,11	0,06	0,30	78,79	72,40	59,21	28,52	13,80	18,22	42,21	313,94	26,16
2002	17,94	7,28	14,06	8,59	20,77	14,68	45,02	149,00	30,25	17,29	16,36	18,12	359,35	29,95
2003	10,95	18,32	22,97	21,20	15,54	29,15	50,73	74,81	25,05	24,45	16,13	14,31	323,60	26,97
2004	6,49	9,87	13,26	24,81	33,44	43,93	86,91	86,47	46,97	43,24	38,71	23,58	457,68	38,14
2005	34,14	29,83	33,78	21,68	41,90	84,34	311,78	189,48	168,46	79,80	149,50	18,53	1163,22	96,93
2006	39,23	41,74	70,64	35,95	15,81	132,12	27,54	834,45	272,14	47,43	22,30	3,28	1542,63	128,55
2007	21,31	18,08	18,33	26,12	54,41	20,65	45,72	69,17	51,59	50,09	23,44	3,50	402,40	33,53
2008	8,13	10,86	-	14,24	2,13	29,53	33,01	35,26	27,50	-	12,10	-	172,75	14,40