

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETAR

JOSÉ SALDANHA MATOS

FILIPA FERREIRA

Guia Técnico CERIS

CERIS : Investigação e Inovação
em Engenharia Civil para
a Sustentabilidade

06



Operação e manutenção de ETAR

Autores

José Saldanha Matos
CERIS, DECivil, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Filipa Ferreira
CERIS, DECivil, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Citação recomendada

Matos, J.S.; Ferreira, F. (2024) *Operação e manutenção de ETAR*. CERIS, Lisboa, Portugal. Guia Técnico CERIS 06-2024.

Edição

CERIS - Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade
Instituto Superior Técnico, Avenida Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa - Portugal, ceris@tecnico.ulisboa.pt

N.º Edição

1

Local e data de publicação

Lisboa, Dezembro 2024

ISBN

978-989-95625-7-8

Código CERIS

Guia Técnico CERIS 06-2024

Notas

A totalidade deste guia está protegida por direitos de autor. A informação contida neste guia foi compilada, tanto quanto é do conhecimento e convicção dos autores, de acordo com os princípios de boas práticas científicas. Os autores acreditam que a informação contida neste guia está correta, completa e atual, mas não aceitam qualquer responsabilidade por quaisquer erros, explícitos ou implícitos. As declarações contidas neste documento não refletem necessariamente a opinião das instituições.

Preâmbulo

O presente *Guia Técnico de Operação e Manutenção de ETAR* foi desenvolvido para apoiar a gestão eficiente das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), garantindo a correta operação e manutenção dessas infraestruturas. Este documento foca-se nos principais processos de tratamento utilizados nas ETAR típicas dos Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa (PALOP), nomeadamente incluindo as fossas sépticas, sistemas de lamas ativadas e lagunagem, com ênfase nas intervenções necessárias para assegurar o funcionamento contínuo e eficaz dos sistemas de tratamento de águas residuais.

A operação adequada das ETAR envolve a realização de atividades preventivas e reativas, que visam garantir que o desempenho atenda aos requisitos de segurança, eficiência económica e proteção ambiental. Além disso, o guia detalha os procedimentos recomendados para evitar falhas na operação e manutenção destas infraestruturas e otimizar o tratamento, assim como nos métodos de monitorização e controle operacional, essenciais para garantir que os efluentes sejam adequadamente tratados e descarregados no meio ambiente.

Ao propor uma abordagem estruturada para a operação e manutenção das ETAR, o guia pretende constituir uma ferramenta útil para os profissionais do setor, permitindo-lhes aplicar boas práticas e procedimentos que asseguram a sustentabilidade e eficiência dos sistemas de saneamento.

Os autores,

José Saldanha Matos

Filipa Ferreira



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE **ETAR**

GUIA TÉCNICO

ÍNDICE

01	INTRODUÇÃO	7
	1.1 Enquadramento	7
	1.2 Estrutura do Documento	7
02	CONTROLO OPERACIONAL DE ETAR	9
	2.1 Considerações Gerais	9
	2.2 Objetivos e Atividades de Operação e Manutenção	10
	2.3 Atividades de Manutenção Preventiva	12
	2.4 Atividades de Manutenção Reativa	13
	2.5 Princípios Orientadores para a Elaboração de Planos de Operação e Manutenção	14
03	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE FOSSAS SÉTICAS COLETIVAS	19
	3.1 Considerações Gerais	19
	3.2 Boas Práticas na Operação de Fossas Séticas	20
	3.3 Manutenção de Fossas Séticas	21
	3.3.1 Procedimentos Recomendados	21
	3.3.2 Aspectos de Segurança	25
04	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETAR POR LAMAS ATIVADAS	27
	4.1 Considerações Gerais	27
	4.2 Operação de ETAR por Lamas Ativadas	29
	4.2.1 Intervenções Comuns	29
	4.2.2 Programa de Monitorização	31
	4.3 Manutenção de ETAR por Lamas Ativadas	33
	4.4 Problemas Operacionais	33
05	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETAR POR LAGUNAGEM	35
	5.1 Considerações Gerais	35
	5.2 Operação de ETAR por Lagunagem	36
	5.2.1 Intervenções Comuns	36
	5.2.2 Programa de Monitorização	38
	5.2.3 Remoção de Lamas	39
	5.3 Manutenção de ETAR por Lagunagem	41
	5.4 Problemas Operacionais	42
06	ASPETOS CONCLUSIVOS	45
	ANEXOS	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	OUTRAS REFERÊNCIAS	61

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 2.1 - Intervenções típicas de operação e manutenção diária	16
QUADRO 2.2 - Intervenções típicas de operação e manutenção semanal	17
QUADRO 2.3 - Intervenções típicas de operação e manutenção mensal	17
QUADRO 2.4 - Intervenções típicas de operação e manutenção trimestral	17
QUADRO 2.5 - Intervenções típicas de operação e manutenção anual	17
QUADRO 3.1 - Estimativa da frequência de limpeza de fossas sépticas, em anos	23
QUADRO 4.1 - Análises <i>in situ</i> diárias típicas	32
QUADRO 4.2 - Análises a realizar em laboratório	32
QUADRO 5.1 - Frequência recomendada para procedimentos correntes de operação	37
QUADRO 5.2 - Ficha diária de inspeção e ocorrências	37
QUADRO 5.3 - Programa de medições e amostragem	38
QUADRO 5.4 - Vantagens e desvantagens das técnicas de remoção de lamas de lagoas de estabilização	41
QUADRO 5.5 - Lista de tarefas de manutenção (adaptado de Idaho National Laboratory, 2011)	41
QUADRO A1.1 - Problemas operativos na câmara de grades	46
QUADRO A1.2 - Problemas operativos no desarenador/desengordurador	47
QUADRO A1.3 - Problemas operativos de tanques de arejamento	48
QUADRO A1.4 - Problemas operativos de decantadores	50
QUADRO A2.1 - Problemas operativos: observação, causas possíveis, verificação e solução	56

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - Determinação laboratorial de CBO_5	9
FIGURA 2.2 - Atividades de operação em ETAR por lamas ativadas	12
FIGURA 2.3 - Verificação de quadros elétricos em ETAR por lamas ativadas	13
FIGURA 2.4 - Medidores de caudal do tipo Parshall	17
FIGURA 3.1 - Representação esquemática de uma fossa séptica	19
FIGURA 3.2 - Fossa séptica construída em Cabo Verde, no âmbito do projeto Promosan	20
FIGURA 3.3 - Verificação do nível do efluente no interior de uma fossa séptica	22
FIGURA 3.4 - Diagnóstico do funcionamento de fossas sépticas	22
FIGURA 3.5 - Camião limpa-fossas da Câmara Municipal do Maio	23
FIGURA 3.6 - Limpeza periódica de fossas sépticas, com recurso a camião vácuo limpa-fossas	24
FIGURA 3.7 - Descarga de camião limpa-fossas na obra de entrada de uma ETAR	24
FIGURA 4.1 - Reator biológico por lamas ativadas (arejamento convencional)	27
FIGURA 4.2 - Efluente de um decantador secundário	28
FIGURA 4.3 - Intervenções de limpeza de uma câmara de grades	29
FIGURA 4.4 - Canal de desarenação/desengorduramento, dispendo a jusante de canal Parshall	29
FIGURA 4.5 - Controlo analítico num reator biológico por lamas ativadas	30
FIGURA 4.6 - Equipamento de segurança num reator biológico	31
FIGURA 4.7 - Testes de sedimentabilidade num cone Imhoff	31
FIGURA 4.8 - Procedimentos de manutenção numa obra de entrada	33
FIGURA 5.1 - ETAR de Ribeira de Vinha (lagunagem)	35
FIGURA 5.2 - Limpeza das margens de uma lagoa	36
FIGURA 5.3 - Esvaziamento de lagoas com recurso a meios mecânicos	40
FIGURA 5.4 - Remoção de lamas de uma lagoa com recurso a camiões limpa-fossa	40

01 |



INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

A gestão e operação eficiente de sistemas de tratamento, nas suas vertentes económicas, técnica e ambiental, envolve um conjunto de ações e valências entre as quais se destacam as atividades de operação e manutenção de ETAR, das quais depende o correto funcionamento dos sistemas. Estas atividades têm por objetivo operar corretamente os órgãos de tratamento garantindo que o funcionamento do sistema se faz em condições de segurança, sem impactos ambientais indesejáveis e de forma economicamente viável, em conformidade com os requisitos de desempenho estabelecidos.

Genericamente, a operação do sistema integra as diferentes tarefas necessário para a correta gestão do funcionamento da ETAR, como limpeza e controlo analítico, e a manutenção inclui um conjunto de operações de rotina destinadas a assegurar o correto funcionamento dos equipamentos e infraestruturas, de forma a que a ETAR apresente a eficácia desejada.

A fase de exploração de infraestruturas é determinante pois, se por um lado, uma exploração medíocre impede qualquer instalação de funcionar em condições corretas, por outro lado, é possível, com uma equipa de exploração competente e bem orientada, compensar eventuais deficiências de construção/conceção. Assim, as equipas de exploração/manutenção devem ter adequada formação profissional e ser dirigidas por técnicos com formação específica e experiência na área. Os manuais de exploração (operação e manutenção) das infraestruturas assumem uma importância significativa e devem consistir num conjunto de procedimentos e práticas que otimizem o comportamento do sistema global, ou seja, que permita o melhor desempenho com o património disponível, a custos mínimos.

Neste contexto, foi desenvolvido o presente documento que constitui um guia técnico para a operação e manutenção de ETAR, com ênfase nos processos de tratamento mais comuns e com potencial de aplicação em Cabo Verde, designadamente nas fossas sépticas, processos de tratamento por lamas ativadas e processos de tratamento por lagunagem.

1.2 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento encontra-se organizado em 6 capítulos.

Após o presente capítulo, de caráter introdutório, apresenta-se no Capítulo 2 informação referente ao controlo operacional de ETAR, incluindo a definição de objetivos e a descrição das principais atividades de operação e manutenção (diferenciando entre manutenção preventiva e reativa). São também mencionados os princípios orientadores para a elaboração de planos de operação e manutenção.

O Capítulo 3 refere-se à operação e manutenção de fossas sépticas coletivas e individuais, com ênfase nas boas práticas, procedimentos recomendados e aspetos de segurança. No Capítulo 4 são detalhados os procedimentos de operação e manutenção de ETAR por lamas ativadas, sendo também descritos os problemas operacionais mais comuns e os procedimentos ou estratégias para a sua resolução. O Capítulo 5 reporta-se à operação e manutenção de ETAR por lagunagem e integra, igualmente, a descrição dos problemas operacionais usuais e respetivos procedimentos corretivos.

Por último, no Capítulo 6 são apresentados os principais aspetos conclusivos.

02 |



CONTROLO OPERACIONAL DE ETAR

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A apreciação das condições de funcionamento de uma estação baseia-se na eficiência global de tratamento e nas eficiências individuais de cada um dos componentes. Adicionalmente, devem ser conhecidas as condições de funcionamento (designadamente cargas hidráulicas, cargas de sólidos e tempos de retenção). São também úteis outras apreciações mais simples, que poderão ser classificações em bom, suficiente e mau, relativas ao estado geral da ETAR, ao estado do equipamento, à qualidade do efluente final e à qualidade das lamas.

Usualmente, a determinação da eficiência de tratamento é efetuada com base em resultados analíticos referentes a amostras compostas, correspondentes a 24 horas. Simplificadamente, podem recolher-se amostras sempre à mesma hora e diferir a colheita do efluente da colheita do afluente, tempo em conta o tempo de retenção na unidade (i.e., no caso de um decantador com tempo de retenção de duas horas, a colheita da amostra do efluente decantado deverá ser efetuada duas horas após a colheita da amostra do afluente) (Levy et al., 1989).

Os principais parâmetros determinantes na avaliação das condições de funcionamento da fase líquida são: sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), carência bioquímica de oxigénio aos cinco dias (CBO_5), carência química de oxigénio (CQO) e o número de coliformes fecais. Na Figura 2.1 apresenta-se, a título ilustrativo, o procedimento laboratorial de determinação do parâmetro CBO_5 .



Fig. 2.1 - Determinação laboratorial de CBO_5 .

Relativamente às lamas, estas deverão ser apreciadas em termos da sua siccidade, tempo de secagem e grau de estabilização. Caso se preveja a sua valorização agrícola, será igualmente relevante proceder à avaliação das concentrações de nutrientes (azoto e fósforo) e metais pesados.

Por forma a operar e manter corretamente as instalações de tratamento de águas residuais é fundamental que cada instalação disponha de um plano de operação e manutenção, elaborado de forma a fornecer aos técnicos responsáveis pela sua exploração, os elementos necessários para assegurar o correto funcionamento de todos os órgãos e equipamentos, e garantir um efluente final com características adequadas à sua descarga no meio receptor.

Nos subcapítulos seguintes abordam-se os objetivos e atividades de operação e manutenção preventiva e corretiva, sendo mencionados alguns princípios orientadores para a elaboração de planos de operação e manutenção.

2.2 OBJETIVOS E ATIVIDADES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A gestão e operação eficiente de sistemas de drenagem, nas suas vertentes económicas, financeira, social e técnica, envolve um conjunto de ações e valências pluridisciplinares, que abrangem áreas tão diversas como a gestão de pessoal à publicidade institucional. No entanto, e subjacente a esta pluridisciplinaridade, existe um conjunto de fatores operacionais dos quais depende o correto funcionamento dos sistemas. A análise, definição e implementação de Planos de Operação e Manutenção coerentes e otimizados assume um papel fundamental para atingir um elevado desempenho das infraestruturas de drenagem.

Numa ETAR, as atividades de operação e manutenção visam, sobretudo, atingir os seguintes objetivos específicos:

- garantir que o sistema esteja apto a funcionar ao longo do horizonte de projeto em conformidade com os requisitos de desempenho estabelecidos;
- operar corretamente os órgãos de tratamento garantindo que o funcionamento do sistema se faz em condições de segurança, sem impactos ambientais indesejáveis, e de forma economicamente viável;
- garantir que, na medida do possível, uma avaria numa parte do sistema não afete o desempenho das restantes;
- aferir regularmente as variáveis de exploração, controlar a qualidade do efluente final e determinar as eficiências de tratamento.

Genericamente, a operação do sistema integra as diferentes tarefas necessário para a correta gestão do funcionamento da ETAR, através da monitorização dos parâmetros que permitem aferir o desempenho dos diferentes processos de tratamento, em termos de eficiências. É também importante a recolha de dados operacionais que permitam calcular as variáveis hidráulicas (como cargas hidráulicas, tempos de retenção, cargas de sólidos, carga volumica ou idade das lamas), bem como apurar os consumos de energia e de reagentes e a produção de lamas. Atividades administrativas e de capacitação e formação, ou prevenção de risco, também se consideram integradas na operação das ETAR.

A manutenção define-se como o conjunto de operações de rotina destinadas a assegurar o correto funcionamento dos equipamentos e infraestruturas, de forma a que a ETAR apresente a eficácia

desejada, em termos de cumprimento dos requisitos impostos pela legislação em vigor. Globalmente, podem ser identificados dois tipos de manutenção:

- **Manutenção planeada ou preventiva** – É uma ação de manutenção organizada e executada com premeditação e controle, recorrendo à utilização de registos, cumprindo um plano pré definido, delineado para evitar falhas nos equipamentos que resultem na interrupção do processo de tratamento. Inclui atividades preventivas sistemáticas, como inspeções de equipamentos e tanques, trocas de óleo, lubrificação de motores (manutenção preventiva executada com periodicidade em intervalos pré-determinados), e atividades condicionadas (manutenção preventiva resultante do conhecimento da condição do equipamento, por monitorização permanente ou de rotina).
- **Manutenção não planeada ou corretiva** – É a manutenção executada sem qualquer premeditação ou plano pré-definido, realizada quando ocorre uma falha, estando frequentemente associada à interrupção do funcionamento da ETAR, com consequências em termos económicos e ambientais. Tem como objetivo a reposição de condições de funcionamento dos diversos componentes do sistema.

Em termos gerais, as atividades de manutenção devem incluir as seguintes tarefas específicas:

- **Vigiar** – deve proceder-se à observação sistemática dos vários órgãos das instalações, a nível eletromecânico, elétrico e de construção civil. Adicionalmente, devem ser verificadas situações anómalas sobretudo através de um exame sensorial, designadamente empenos, ruídos ou aquecimentos excessivos. Esta observação direta pode prevenir situações graves quando, por exemplo, ocorra uma avaria em qualquer instrumento de comando ou controle da instalação.
- **Limpar** - O estado de limpeza de qualquer instalação é sempre a primeira referência do seu responsável, e isto é mais visível nos casos que, pela sua natureza ou condições de laboração, mais agressivos se tornam em termos de higiene ambiente. A operação e limpeza de cada órgão, incluindo a remoção de gradados, areias e lamas desidratadas, e o ajardinamento da instalação devem ser considerados.
- **Conservar** - Inclui, de modo geral, todos os procedimentos e cuidados que visam prolongar o mais possível a vida útil dos equipamentos, em perfeitas condições de utilização. Destacam-se as tarefas de lubrificação dos equipamentos eletromecânicos e de manutenção dos quadros elétricos.
- **Reparar** – esta ação excede o âmbito da conservação. Durante o período de garantia dos equipamentos, e desde que todas as operações de condução e manutenção tenham sido respeitadas, qualquer reparação específica deverá ser solicitada ao respetivo fornecedor. Após a Receção Definitiva, competirá ao serviço de manutenção resolver a maior parte dos problemas que eventualmente surjam, pelo que se deverá dispor de ferramentas necessárias para o efeito e manter em stock as peças e acessórios previsivelmente sujeitos a maior desgaste.
- **Controlar** – o controlo analítico da ETAR é fundamental, incluindo a realização de ensaios expeditos, a recolha de amostras para análises laboratoriais, o registo de consumos de reagentes, entre outros.

Na Figura 2.2 apresentam-se imagens ilustrativas de atividades de operação (controlo analítico) em ETAR por lamas ativadas.

As atividades de reabilitação (para recuperação de eficiências) e de ampliação (para recuperação de capacidade) poderão também ser necessárias.

O sucesso da operação e manutenção do sistema de drenagem depende de diversos fatores, designadamente do planeamento, da clara atribuição de responsabilidades, da competência dos recursos humanos e do conhecimento do sistema.



Fig. 2.2 - Atividades de operação em ETAR por lamas ativadas.

2.3 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

No âmbito da manutenção programada, para além das intervenções de limpeza, deve ser mantida uma vigilância diária dos equipamentos, dos edifícios e respetivos acessos sendo de destacar as seguintes atividades genéricas de manutenção mais comuns:

- Inspeção diária da forma de funcionamento dos órgãos da ETAR e do equipamento eletromecânico, verificando de forma expedita, as velocidades de rotação, níveis de ruído, aquecimento e vibrações.
- Verificação diária dos sinalizadores luminosos dos Quadros Elétricos.
- Verificação do funcionamento dos automatismos.
- Efetuar troca de máquinas, pondo em serviço as de reserva para repartir o tempo de serviço de todas as máquinas de acordo com os critérios que forem estabelecidos.
- Decapagem, metalização e/ou pintura protetora dos elementos metálicos, com a periodicidade que o respetivo estado de conservação exigir.
- Arranjo e conservação dos espaços verdes (de estações elevatórias ou bacias de detenção), tais como rega, corte de relva, sebes e arbustos, controle de ervas infestantes e outros.
- Manutenção das redes de abastecimento de água e de energia elétrica existentes no interior das instalações.
- Substituição de lâmpadas de iluminação exterior e do interior dos edifícios.
- Limpeza dos arruamentos, passeios e áreas envolventes das infraestruturas.

Na Figura 2.3 apresentam-se imagens ilustrativas de atividades de manutenção (verificação de quadros elétricos) em ETAR por lamas ativadas.

Para cumprimento destas rotinas e respetiva verificação, devem ser efetuados mapas a preencher pelos operadores em serviço. Estes mapas serão elaborados detalhadamente durante o período de formação e instalação dos operadores no local. A partir destes mapas, analisados e visados pelo Diretor de Manutenção, são desencadeadas intervenções com o grau de urgência que a situação exigir.



Fig. 2.3 - Verificação de quadros elétricos em ETAR por lamas ativadas.

2.4 ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO REATIVA

Embora a atividade de manutenção preventiva tenha o objetivo de prever e evitar as avarias do equipamento, é necessário estruturar a atividade de manutenção não planeada, que inevitavelmente poderá ocorrer, de forma a diminuir o tempo de paragem de qualquer equipamento em caso de avaria. No âmbito desta atividade, é essencial organizar e manter em armazém, em boas condições de acondicionamento, um número básico de peças e acessórios em função das quantidades instaladas, considerado como mínimo de segurança para recorrer em situações de falha do equipamento.

Nestas circunstâncias, é determinante que as atividades sejam efetuadas com a maior rapidez possível, assegurando um tempo de reparação rápido e minimizando os prejuízos sofridos, através de pessoal qualificado (permitindo uma boa qualidade de execução e de coordenação dos trabalhos). Em todo o caso, não deverão nunca ser desconsiderados os aspetos relativos à localização de outras infraestruturas no subsolo e à segurança de peões e veículos, através da instalação de vedação e sinalização adequada dos locais onde decorram trabalhos de ampliação ou reparação da rede de saneamento e de uma correta arrumação de materiais, equipamentos, terras e materiais sobranes.

Nos locais de intervenção os estaleiros estarão bem organizados, com arrumação de materiais e equipamentos, tapumes bem colocados e enquadrados com o meio circundante, sendo os locais de escavação bem entivados de forma a evitar qualquer desabamento de terras que possa ocorrer.

Sempre que se proceda a operações de manutenção curativa, devem ser elaborados Relatórios de Avaria, nos quais serão registadas as avarias detetadas e as ações corretivas adotadas. Esta informação será transcrita e anexada à Ficha de Registo de Intervenções do equipamento intervencionado. Os relatórios de avaria devem descrever pormenorizadamente a avaria ocorrida, indicando, nomeadamente, os seguintes aspetos:

- identificação do equipamento;

- descrição da avaria;
- causas possíveis/causas apuradas;
- tipo de reparação;
- materiais aplicados;
- ensaios realizados/resultados dos ensaios;
- data e hora da ocorrência;
- duração da avaria;
- consequência da avaria /tempo de imobilização do equipamento;
- custo de reparação da avaria;
- sugestões para evitar futuras avarias.

Os relatórios de avarias dos vários equipamentos serão posteriormente analisados com o intuito de identificar as avarias repetitivas, de modo a possibilitar a introdução de melhorias no sistema, com o objetivo de diminuir as falhas dos diversos equipamentos.

A informação registada nas Fichas de Manutenção Preventiva, nos Relatórios de Avaria e nas Fichas de Registo de Intervenções constitui um histórico de cada equipamento, com identificação das intervenções e melhorias que sofreu ao longo da sua vida útil, sendo assim um auxiliar precioso para a exploração, na definição e previsão atempada de reposições e renovações de equipamentos e materiais.

2.5 PRINCÍPIOS ORIENTADORES PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Atendendo aos objetivos a atingir com a elaboração dos Planos de Operação e Manutenção, estes devem ser elaborados de forma a:

- Disponibilizar uma análise crítica do estado atual dos sistemas, nomeadamente quanto à operacionalidade dos mesmos, e às condições atuais de operação e manutenção.
- Definir opções estratégicas de organização do esforço de trabalho, tendo em conta a complementaridade de funções, com a subsequente identificação de valências e sinergias a implementar.
- Sistematizar de uma forma coerente e operacional, as atividades necessárias, em termos de operação e controlo processual, a implementar em cada um dos sistemas.
- Estabelecer rotinas de trabalho e análise crítica dos resultados obtidos, para, de uma forma global, se poder dispor de informação de gestão de processo, e identificar necessidades de intervenção.
- Definir, otimizando, a metodologia e abordagem de manutenção, transpondo para a fase de concretização no terreno, todas as sinergias identificadas.

O Plano de Operação e Manutenção deverá utilizar uma linguagem clara e simples, que seja compreendida por todos os níveis de pessoal, e permitir uma consulta fácil individualizando os aspetos gerais dos específicos, de modo a que facilmente possa ser entendido o funcionamento geral da estação, ou de qualquer órgão ou equipamento. Este documento deve ser acompanhado do projeto de execução (memória descritiva e peças desenhadas - telas finais), e dos manuais dos

equipamentos.

O Plano de Operação e Manutenção será desenvolvido incluindo os seguintes aspetos:

- descrição do tipo de infraestrutura e respetivo funcionamento, explicitando a finalidade de cada unidade e identificando todos os pontos dos circuitos de tratamento;
- descrição das atividades e metodologia de operação, frequência, meios humanos e materiais;
- procedimentos operativos e instruções de trabalho;
- forma de controlo (indicadores) e respetivos registos;
- aspetos de higiene, segurança e ambiente relevantes;
- procedimentos de operação para situações críticas mais frequentes.

No Plano de Operação devem estar indicados os procedimentos a adotar no que concerne às inspeções de rotina, os utilizados no funcionamento dos elementos do sistema e em situações de socorro e de emergência.

No que se refere aos equipamentos mecânicos (como bombas, válvulas, pontes raspadoras e outros equipamentos móveis), devem conhecer-se em detalhe os equipamentos e órgãos instalados, as características técnicas, marcas e modelos, e as recomendações dos próprios fabricantes. Recomenda-se a utilização, sempre que possível, de equipamentos da mesma marca e de características similares, por forma a agilizar as intervenções e facilitar a gestão dos stocks. Todos os equipamentos devem dispor de uma ficha de identificação incluindo a seguinte informação:

- Tipo de equipamento.
- Representante, morada e telefone.
- Data de aquisição e ano de instalação.
- Tipo, modelo e número de série.
- Periodicidade da manutenção e da lubrificação (peças a substituir e quantidade de consumíveis, como óleos e massas).
- Avarias, data, causa e tipo de reparação.
- Peças substituídas e data.

As operações de manutenção e lubrificação deverão ser planeadas de acordo com a periodicidade indicada nas fichas do equipamento. Para cada equipamento, atendendo às intervenções necessárias, deverá ser elaborada uma ficha de manutenção indicando:

- Data prevista para a realização da intervenção.
- Pessoal necessário.
- Carga de trabalho.
- Data em que foi realizada e responsável.
- Fichas de equipamento a consultar.

Para uma eficaz gestão das peças de reserva é fundamental a existência de um armazém organizado de peças de reserva e uma política bem definida de gestão de stocks, sendo importante conhecer a localização da peça de reserva no armazém, saber em que equipamento ou equipamentos se aplica cada peça de reserva, quantas peças de reserva se encontram montadas em cada equipamento, que peças de reserva podem ser usadas como alternativa para cada equipamento e se cada peça de reserva é passível de ser reparada ou não. Devem ser mantidos os stocks dos consumíveis necessários, substituindo imediatamente todos os materiais que forem sendo utilizados na manutenção, de acordo

com a utilização efetiva que vierem a sofrer os equipamentos e a maior ou menor dificuldade de aquisição dos mesmos no mercado nacional. Além destes, devem ser mantidos em armazém os consumíveis necessários à manutenção, nomeadamente óleos e massas lubrificantes, de acordo com as características técnicas dos equipamentos.

Salienta-se que, apesar da manutenção mecânica ser de primordial importância (os custos de reparação de equipamentos mal conservados geralmente excedem o custo de manutenção), é igualmente importante reconhecer situações que ultrapassam a competência dos operadores da ETAR e que requerem a solicitação de assistência técnica apropriada.

Os procedimentos a seguir relativamente às instalações elétricas, são semelhantes aos do equipamento.

Também os edifícios e espaços exteriores devem ser objeto de um programa de conservação e manutenção, incluindo limpeza diária ou semanal e a uma inspeção anual com as consequentes obras de recuperação e manutenção (tipicamente pinturas e impermeabilizações). Quanto à manutenção dos espaços exteriores, ela deve ser efetuada semanalmente e envolve a limpeza dos caminhos, o arranque do mato e das ervas daninhas, a jardinagem e a inspeção e eventual reparação da vedação.

O Plano de Operação e Manutenção deve especificar a equipa de pessoal necessária para assegurar a exploração da ETAR, quer em número, quer em qualificação. Idealmente, cada equipa de manutenção deve ser constituída por Operador, Mecânico e Eletricista. Adicionalmente, afeto à manutenção, deve existir pessoal técnico devidamente formado e dedicado a preparar o trabalho de manutenção, tendo por base o conhecimento e gestão dos equipamentos, infraestruturas e stocks, bem como a atualizar os ficheiros de base referentes às características dos sistemas, em suporte informático, procedendo ao registo de ocorrências e à emissão de relatórios, análise estatística (de avarias, tempos e custos) e determinação dos indicadores de desempenho

Os quadros seguintes são indicativos do tipo de intervenção a incluir num cronograma de operação e manutenção, e deverão ser adaptados a cada ETAR em particular.

Quadro 2.1 - Intervenções típicas de operação e manutenção diária.

Observações Básicas	Observações visuais (por exemplo, espuma, efluentes turvos, etc.) Odores anormais ou nocivos Operação Anormal do Equipamento (Audível ou Visual)
Deveres Básicos	Limpar a obra de entrada (grades, desarenador, desengordurador) Limpar o classificador
Medição de caudal	Registar as leituras Calcular e registar o caudal diário total
Inspecções	Inspecionar instrumentação Inspecionar eletrobombas Inspecionar equipamento de desinfecção, se aplicável
Monitorização	Verificar e registar o OD no tanque de arejamento (se aplicável) Verificar e registar o pH
Segurança	Verificar portas e janelas Verificar vedação e portões Verificar alarmes, fechaduras e iluminação de segurança

Quadro 2.2 - Intervenções típicas de operação e manutenção semanal.

Estação elevatória	Inspeccionar as bombas de reserva Operar manualmente as bombas Remover escumas
---------------------------	--

Quadro 2.3 - Intervenções típicas de operação e manutenção mensal.

Inspecções	Limpar e remover escumas Limpar/acionar circuitos de lamas (linhas de recirculação e extração de lamas) Inspeccionar arejadores e equipamentos móveis Acionar o grupo gerador (se existir)
Monitorização	Efetuar amostras apropriadas Preencher e enviar relatório de amostragem Calibrar equipamentos (sondas, etc...)

Quadro 2.4 - Intervenções típicas de operação e manutenção trimestral.

Inspecções	Inspeccionar rolamentos dos grupos eletrobomba Lubrificar grupos eletrobomba, motores, equipamento móvel Acionar e inspeccionar as válvulas
-------------------	---

Quadro 2.5 – Intervenções típicas de operação e manutenção anual.

Inspecções	Inspeccionar as condições estruturais dos tanques (rachas, escorrimentos, ...) Verifique o desgaste de todas as válvulas Calibrar todos os medidores de caudal
-------------------	--

Na Figura 2.4 apresenta-se, a título ilustrativo, um medidor de caudal do tipo Parshall, a calibrar com uma periodicidade tipicamente anual.



Fig. 2.4 - Medidor de caudal do tipo Parshall.

03 |



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE FOSSAS SÉTICAS COLETIVAS

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A fossa séptica, individual ou coletiva, é uma infraestrutura de saneamento que consiste num tanque estanque enterrado, usualmente composto por dois ou três compartimentos. Tipicamente as fossas são construídas em betão armado ou alvenaria, mas também existem modelos comerciais pré-fabricados em betão, polietileno ou fibra de vidro. Encontram-se munidas de tampas de acesso em ambos os compartimentos, de forma a permitir a inspeção e limpeza.

Esta infraestrutura tem como principal função a decantação de sólidos, a decomposição anaeróbia de compostos orgânicos e o armazenamento de sólidos até à sua remoção periódica. Uma fossa séptica a funcionar corretamente, deverá formar no seu interior três camadas distintas:

- uma camada superior flutuante composta por escumas (gorduras);
- uma camada intermédia composta pelo efluente líquido
- uma camada inferior de lamas decantadas ou bio sólidos.

O efluente bruto afluí à fossa, ocorrendo a separação entre a fase sólida e a fase líquida. Sólidos de baixa densidade como óleos e gorduras, bem como sabão, ascendem à superfície, formando uma camada de escumas. Esta camada permanece à superfície e vai gradualmente aumentando de espessura ao longo do tempo, até à operação de limpeza seguinte, contribuindo para a mitigação da libertação de odores ofensivos. A fase líquida é conduzida para a tubagem de saída, sendo geralmente submetida a um processo de disposição no terreno, ou a tratamento subsequente em leitos de macrófitas. Os sólidos de maior densidade acumulam-se no fundo do tanque, sendo gradualmente decompostos por bactérias. O remanescente, não decomposto, tem que ser removido periodicamente por bombagem. Na Figura 3.1 apresenta-se uma configuração esquemática típica de uma fossa séptica, apresentando-se na Figura 3.2 uma fotografia de uma fossa séptica construída em Cabo Verde, no âmbito do projeto Promosan.

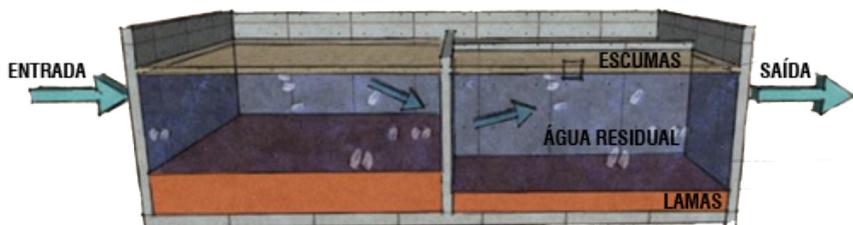


Fig. 3.1 - Representação esquemática de uma fossa séptica.

A manutenção de uma fossa séptica, de modo a garantir o seu bom funcionamento e segurança de operação (um sistema em más condições representa um risco para a saúde pública e para o meio ambiente), deverá incluir:

- o cumprimento de todos os requisitos legais de instalação e operação;

- a inspeção periódica, de forma a garantir o seu bom funcionamento;
- a remoção periódica das lamas acumuladas, quando o tanque se encontra demasiado cheio.

Este capítulo foi elaborado com base nos seguintes publicações: Levy et al. (1989), Vogel (2005), HORNSBY (2006) e SANEPAR (2018).



Figura 3.2 - Fossa séptica construída em Cabo Verde, no âmbito do projeto Promosan.

3.2 BOAS PRÁTICAS NA OPERAÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS

De forma a assegurar um funcionamento apropriado das fossas sépticas, deverão ser reduzidos, dentro do possível, os caudais afluentes ao sistema de drenagem e tratamento. Isto poderá ser conseguido através da correção de ligações indevidas, minimizando a afluência de caudais pluviais, através da instalação de dispositivos domésticos de poupança de água (torneiras e cabeças de chuveiro de baixo débito e autoclismos eficientes) e, finalmente, através da sensibilização da população.

Os utilizadores das fossas sépticas deverão ter o cuidado de não enviar para esta infraestrutura elementos que difícil degradabilidade, como algodão, produtos de higiene, preservativos, medicação, fraldas descartáveis, areias, gorduras e óleos alimentares, fio dentário, cigarros, plásticos e restos de comida. Idealmente, a montante das fossas deve ser construída uma obra de entrada, munida de gradagem grosseira e separador de gorduras, que devem ser limpas com uma periodicidade, no mínimo, mensal. Os sólidos removidos poderão ser depositados nos contentores de lixo comum.

A localização das fossas sépticas deverá estar identificada (por exemplo, marcando a sua posição com estacas permanentes) e não deverá ser construída qualquer infraestrutura sobre este sistema de tratamento. A circulação de tráfego automóvel sobre a estrutura em betão armado, bem como na zona de disposição final, deve ser interdita, para evitar a ocorrência de danos estruturais. Adicionalmente, é importante assegurar o fácil acesso à fossa séptica, preferencialmente compatível com a aproximação de um camião limpa-fossas.

A fim de evitar a proliferação de mosquitos, todas as aberturas de respiração/ventilação deverão ser protegidas com redes apropriadas e todas as tampas de acesso deverão ser seladas adequadamente.

No caso de sistemas de fossa séptica que integrem sistemas de disposição final por infiltração, a sua área de implantação deverá ser inspecionada regularmente e a vegetação deverá ser mantida, garantindo-se o corte e limpeza regular (apenas deverá ser plantada relva ou vegetação rasteira, uma vez que as raízes de árvores poderão danificar a infraestrutura).

No caso de sistemas de fossas sépticas de utilização individual, deve atender-se aos seguintes aspetos, usualmente indicadores de um mau funcionamento:

- os acessórios de casa de banho ou restantes dispositivos domésticos escoam lentamente ou encontram-se obstruídos (neste caso, o tanque recetor poderá estar completamente cheio);
- ocorre a libertação de odores ofensivos, perceptível nas imediações da fossa;
- verifica-se o crescimento anormalmente elevado de ervas nas imediações ou a jusante da zona de infiltração;
- o solo envolvente do sistema torna-se húmido ou verifica-se a acumulação de efluente à superfície.

3.3 MANUTENÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS

3.3.1 PROCEDIMENTOS RECOMENDADOS

Cada sistema de fossa séptica deverá ser documentado, mantendo-se um registo das operações de limpeza planeadas e efetuadas, bem como de todas as intervenções de manutenção e reparação ao longo da sua vida útil.

Os procedimentos de manutenção, que devem ser implementados com uma periodicidade tipicamente anual, são descritos em detalhe nos parágrafos seguintes.

VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE EFLUENTE, DAS LAMAS E ESCUMAS

Anualmente, deverá verificar-se o nível do efluente no interior da fossa, que não deverá ser superior à tubagem de saída (Figura 3.3). Para a verificação do nível poderá utilizar-se uma vara de metal ou plástico, com cerca de 4 m de comprimento, coberta com tecido de forma a criar marcações dos diferentes estratos da fossa.

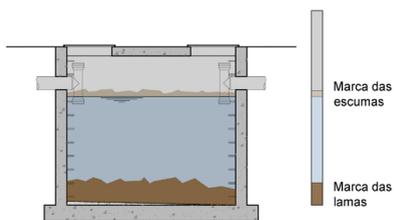
Utilizando o equipamento de segurança adequado, remove-se a tampa de acesso do lado de montante e insere-se a vara até ao fundo do tanque. Após remoção da vareta, deverá ser possível observar os níveis das lamas do fundo e das escumas à superfície. O resultado da inspeção deverá corresponder a uma das situações de diagnóstico apresentadas na Figura 3.4, devendo agir-se em conformidade, tal como indicado nessa figura.

Sem retirar as luvas de proteção, remove-se o tecido utilizado, podendo este ser queimado ou colocado no lixo doméstico. A vara deverá ser lavada e exposta à luz solar durante alguns dias. As luvas poderão ser lavadas com lixívia diluída.

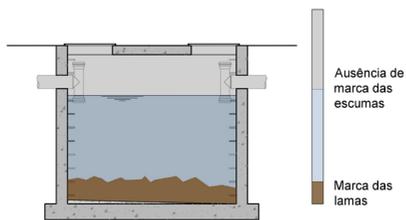


Figura 3.3 – Verificação do nível do efluente no interior de uma fossa séptica.

Bom estado de funcionamento

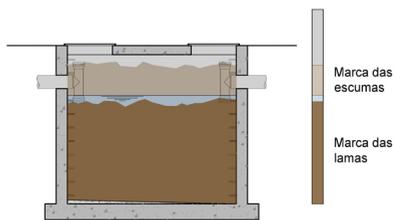


Mau estado de funcionamento



Bactérias inativas. Deverá ser esvaziada por bombagem, preenchida com água limpa e adicionada cal.

Mau estado de funcionamento



Deverá ser esvaziada por bombagem, a trincheira de infiltração poderá estar colmatada.

Figura 3.4 - Diagnóstico do funcionamento de fossas sépticas.

LIMPEZA PERIÓDICA

A acumulação excessiva de lamas nas fossas séticas condiciona a eficiência do tratamento, podendo ainda obstruir as trincheiras de infiltração a jusante, caso existam (o que resultará na acumulação de efluente à superfície, com o correspondente risco para a saúde pública e prejuízo ambiental). Tipicamente a limpeza das fossas deverá ocorrer em intervalos de 3 a 5 anos, dependendo do seu volume e número de utilizadores. No Quadro 3.1 apresenta-se uma estimativa da periodicidade de limpeza de fossas séticas em função do seu volume e da dimensão do agregado familiar que serve.

Quadro 3.1 - Estimativa da frequência de limpeza de fossas séticas, em anos.

Volume da fossa (m ³)	Dimensão do agregado (pessoas)					
	1	2	3	4	5	6
2	5.8	2.6	1.3	1.0	0.7	0.4
3	9.1	4.2	2.6	1.8	1.3	1.0
4	11.0	5.2	3.3	2.3	1.7	1.3
5	15.6	7.5	4.8	3.4	2.6	2.0
6	18.9	9.1	5.9	4.2	3.3	2.6
7	22.1	10.7	6.9	5.0	3.9	3.1
8	25.4	12.4	8.0	5.9	4.5	3.7
9	28.6	14.0	9.1	6.7	5.2	4.2
10	31.9	15.6	10.2	7.5	5.9	4.8

Assim, deverá prever-se a limpeza das fossas, com remoção das lamas acumuladas no fundo, sempre que necessário (em função do resultado da verificação do nível do efluente, lamas e escumas no interior da fossa). Para este efeito deverá ser contratado um camião limpa-fossas (Figura 3.5), equipado com um sistema de aspiração e devidamente licenciado.



Figura 3.5 - Camião limpa-fossas da Câmara Municipal do Maio.

Na Figura 3.6 apresentam-se imagens correspondentes à limpeza periódica de fossas séticas, com recurso a camião vácuo limpa fossas.

Refere-se que, em cada limpeza, as lamas não devem ser removidas totalmente, deixando-se uma pequena quantidade no fundo, de forma a permitir a continuidade do processo biológico. A aspiração por bombagem das lamas deverá ser efetuada de forma rápida e cuidadosa, sem que ocorra o

contacto do operador com os resíduos removidos. Esta operação deverá ser executada num período em que não se preveja elevadas afluências ao sistema.



Figura 3.6 - Limpeza periódica de fossas sépticas, com recurso a camião vácuo limpa fossas.

No caso de se verificar que as lamas estão demasiado duras para aspiração, poderá ser adicionada água, devendo ser utilizado um agitador adequado.

Após a operação de manutenção, deverá proceder-se a uma rigorosa limpeza da área envolvente, bem como de todos os equipamentos utilizados.

As lamas removidas devem ser conduzidas a uma ETAR que disponha de tratamento adequado para lamas (tal como ilustrado na Figura 3.7), sendo usualmente desidratadas em leitos de secagem. Poderá, também, ser adicionada cal de forma a assegurar a estabilização química das lamas.



Figura 3.7 – Descarga de camião limpa fossas na obra de entrada de uma ETAR.

3.3.2 ASPETOS DE SEGURANÇA

No decorrer de qualquer operação de inspeção ou manutenção deverão ser tomados em consideração alguns aspetos de segurança, nomeadamente:

- As fossas sépticas podem representar perigo, pelo que as intervenções deverão ser planeadas tendo em consideração precauções de segurança.
- Deverá ser tida em consideração a natureza tóxica e inflamável dos gases acumulados, garantindo-se a boa ventilação da atmosfera interior. Assim, qualquer operação de inspeção ou manutenção deverá ser precedida por um período de ventilação da fossa com as tampas abertas, para permitir a libertação dos gases acumulados. O operador deverá abster-se de fumar, ou de aproximar uma chama viva das aberturas.
- Deverão ser utilizadas luvas, procedendo-se à lavagem das mãos imediatamente após a intervenção.
- Qualquer operação que implique a abertura da fossa séptica deverá ser efetuada com a presença de duas pessoas.



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETAR POR LAMAS ATIVADAS

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os sistemas de tratamento por lamas ativadas constituem processos de autodepuração semelhantes aos que ocorrem na natureza, baseados no arejamento das águas residuais, embora ocorram a uma velocidade significativamente superior, dadas as elevadas concentrações de microrganismos.

No tratamento biológico por lamas ativadas, que se ilustra na Figura 4.1, os microrganismos mantêm-se em suspensão no reator biológico através de sistemas que garantem a agitação e o arejamento/oxigenação, crescendo e formando flocos biológicos (lamas ativadas) que podem ser removidos posteriormente por decantação. A mistura das águas residuais com as lamas ativadas designa-se por licor misto.



Figura 4.1 – Reator biológico por lamas ativadas (arejamento convencional).

Tipicamente, as ETAR por lamas ativadas funcionam na variante de média carga ou arejamento convencional ou na variante de arejamento prolongado, integrando tratamento preliminar (gradagem e desarenação/desengorduramento), tratamento primário (decantação primária), tratamento biológico (reator de lamas ativadas e decantação secundária). Se se tratar de um processo por arejamento prolongado, a decantação primária é dispensada.

O efluente do decantador secundário, como se pode observar na Figura 4.2, apresenta um bom nível de tratamento, com uma percentagem elevada de remoção de matéria orgânica e de sólidos em suspensão (em termos de CBO₅, podem obter-se eficiências de 95%).

A operação de um sistema de tratamento biológico por lamas ativadas deve atender aos seguintes fatores principais: idade das lamas; carga mássica global (relação entre o substrato e os microrganismos) e carga orgânica volúmica no reator; produção de lamas; necessidades em oxigénio para crescimento celular, para fornecimento de energia na respiração endógena e para a nitrificação; necessidades nutricionais (expressas, aproximadamente e para o crescimento bacteriano, pela relação 100 CBO: 5 N : 1 P); necessidades de alcalinidade e características de sedimentação do licor misto.

As formas de controlar o sistema de tratamento incidem especialmente na idade das lamas, na concentração de MLSS (sólidos suspensos totais no licor misto) e no arejamento. A purga de

lamas em excesso permite controlar a idade das lamas, bem como a relação entre o substrato e os microrganismos (relação F/M). A purga de lamas é usualmente feita do fundo do decantador secundário, onde a lama apresenta maiores concentrações, mas também pode ser feita na tubagem de ligação entre o tanque de arejamento e o decantador secundário, que apresenta uma concentração mais constante. Em regra, o caudal a purgar equivale a 1 a 6% do caudal médio afluente à ETAR. Através da recirculação de lamas é assegurada uma concentração de MLSS no tanque de arejamento adequada (2000 a 3000 mg SST/L). Durante a afluência do caudal de ponta ou durante precipitações, a recirculação de lamas possibilita também o controlo da altura do manto de lamas no decantador secundário, evitando que as lamas sejam descarregadas conjuntamente com o efluente. A concentração em OD nos reatores aeróbios deve ser de 1,5 a 2 mg/L, a fim de evitar o desenvolvimento de organismos filamentosos. O equipamento destinado ao arejamento assegura também as condições de mistura no reator.

No presente capítulo são mencionados, para os principais órgãos que constituem as ETAR por lamas ativadas, os principais procedimentos de operação, incluindo os parâmetros a monitorizar, bem como os principais procedimentos de manutenção. Adicionalmente, são descritos, de forma sumária, os problemas operacionais mais comuns e as ações que podem conduzir à sua correção.

Este capítulo foi elaborado com base no trabalho de Levy et al. (1989), Gray (2004), Ferreira (2008), Luiz (2012) e Frazão (2015).



Figura 4.2 - Efluente de um decantador secundário.

4.2 OPERAÇÃO DE ETAR POR LAMAS ATIVADAS

4.2.1 INTERVENÇÕES COMUNS

Na obra de entrada, os procedimentos de operação mais comuns incluem:

- Limpar as grades e remover os sólidos retidos. A frequência de limpeza das grades deverá estar relacionada com o caudal afluyente à estação e o intervalo de tempo entre limpezas consecutivas deverá ser estabelecido de acordo com as condições de funcionamento de cada estação, devendo ser registadas as intervenções de limpeza.
- Lavar o canal de entrada.
- Verificar periodicamente o processo de remoção das areias recolhidas de forma a evitar a sua acumulação excessiva.
- Registrar as intervenções de limpeza.
- Regular o caudal de insuflação de ar comprimido associado ao processo de remoção de gorduras, se aplicável, e assegurar as condições de remoção das gorduras recolhidas.

A Figura 4.3 ilustra as intervenções de limpeza de uma câmara de grades, sendo a Figura 4.4 relativa a um canal de desarenação/desengorduramento, dispondo a jusante de canal Parshall para medição de caudal.

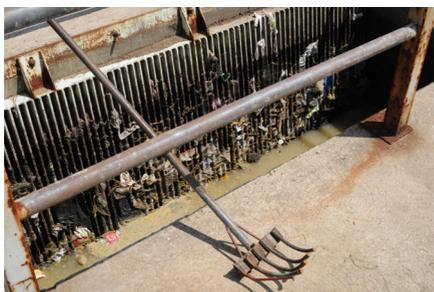


Figura 4.3 - Intervenções de limpeza de uma câmara de grades.



Figura 4.4 - Canal de desarenação/desengorduramento, dispondo a jusante de canal Parshall.

Se a obra de entrada incluir uma estação elevatória, deve-se verificar o funcionamento das bombas, controlar os tempos de funcionamento de cada grupo eletrobomba, limpar o poço de bombagem (quando necessário) e registar as intervenções efetuadas.

No tanque de arejamento, recomenda-se que se observem os seguintes procedimentos de operação:

- Observar visualmente o funcionamento (cor, escumas e arejamento).
- Inspeccionar e regular diariamente as comportas e válvulas de admissão e descarga das águas residuais.
- Verificar diariamente o teor de oxigénio dissolvido ($OD \geq 1.5 \text{ mg/l}$) no licor misto e desfazer espumas ou crostas depositadas nas paredes interiores do tanque.
- Controlar agitação e recirculação de lamas ($R \approx 1$).

A Figura 4.5 ilustra as intervenções de controlo analítico num reator biológico por lamas ativadas.



Figura 4.5 - Controlo analítico num reator biológico por lamas ativadas..

Para os decantadores existentes na ETAR (primário ou secundário), em regra definem-se os seguintes procedimentos:

- Limpar diariamente as caleiras e descarregadores, de forma a manter uma distribuição e descarga uniforme e homogénea.
- Controlar carga hidráulica e carga de sólidos.
- Inspeccionar, visual e diariamente, a superfície do decantador, nomeadamente a formação de bolhas e arrastamento de lamas de fundo e a capacidade de recolha de flotantes pelos raspadores de superfície.
- Verificar a subida e descarga de lamas.
- Executar, periodicamente, purgas de lamas em excesso (para a linha de tratamento da fase sólida).

Por último, devem garantir-se medidas de segurança na ETAR, sendo de destacar a existência, junto a todos os tanques de arejamento e decantadores, de boias (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Equipamento de segurança num reator biológico

4.2.2 PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

É recomendável que ao longo de todo o sistema existam pontos de amostragem, por forma a possibilitar a caracterização quantitativa e qualitativa do efluente durante todo o processo de tratamento, assim como os rendimentos de depuração obtidos nos vários órgãos do sistema.

No tanque de arejamento, no âmbito do controlo analítico, deve-se controlar diariamente a concentração de licor misto (em termos de SST ou de SSV) através de métodos expeditos (Ferreira, 2006). Os testes de sedimentabilidade das lamas são baseados no volume ocupado após um determinado período de sedimentação, sendo comum recorrer-se à medição do SVI (“sludge volume index”, ou índice volumétrico de lamas) num cone Imhoff, como ilustrado na Figura 4.7. O SVI, também designado índice de Mohlmann, traduz o volume ocupado por 1 g de lamas após 30 minutos de sedimentação (quanto maior for o valor de SVI, menor é a sedimentabilidade do licor misto). Uma lama ideal deverá apresentar boas características de floculação (índice de Mohlmann, SVI, entre 80 a 120 mg/l).

Semanalmente ou mensalmente, devem ser recolhidas amostras do afluente ao reator e do licor misto, para análise laboratorial dos parâmetros CBO₅, CQO, SST, SSV e nutrientes, se necessário. As análises microscópicas revelam-se, também, muito úteis desde que a eficiência do tratamento dependa do riço de microrganismos presente no licor misto.

Deve ainda recolher-se amostras de afluente e efluente dos decantadores secundários, para análise laboratorial de SST, CQO, CBO₅, entre outros.

No Quadro 4.1 apresentam-se os parâmetros a aferir *in situ*, diariamente, numa ETAR por lamas ativadas.

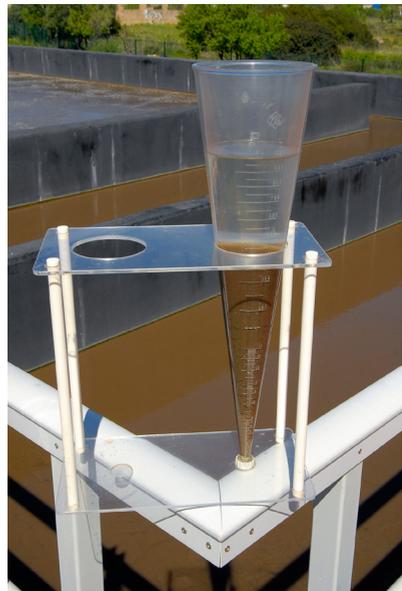


Figura 4.7 - Testes de sedimentabilidade num cone Imhoff.

Quadro 4.1 – Análises *in situ* diárias típicas

Local de medição Parâmetro	Afluente bruto	Tanque de arejamento	Líquido recirculado	Efluente final
pH	X	X	X	X
Temperatura	X	X	X	X
Sedimentação		X	X	
Oxigênio Dissolvido		X		
Potencial Redox		X		

O Quadro 4.2 apresenta o tipo, a frequência e local de amostragem de parâmetros a analisar em laboratório acreditado, para proceder a uma análise mais extensa do tratamento. Ressalva-se que, embora a análise aos parâmetros analíticos se recomende com uma dada frequência de amostragem, sempre que ocorram anomalias, como descargas imprevistas de efluentes ou aspecto das lamas ou do efluente invulgares, deve proceder-se a análises suplementares.

Quadro 4.2 - Análises a realizar em laboratório

	Obra de entrada	Tanque de arejamento	Decantador primário	Decantador secundário	Espessador	Centrífuga
Amostragem						
Pontual	X	X	X	-	X	X
Composta em 24h	-	-	-	X	-	-
Parâmetros						
pH	-	-	-	S 1 M	-	-
CBO ₅ (20 °C)	E 2 Sm	1 Sm	S 2 Sm	S 1 M	-	-
CQO	E 2 Sm	1 Sm	S 2 Sm	S 1 M	-	-
SST	E/S 2 Sm	2 Sm	S 2 Sm	S 1 M	E/S 2 Sm	S 2 Sm
SSV	E 2 Sm	2 Sm	-	-	E/S 2 Sm	S 2 Sm
Óleos e gorduras	E/S 2 Sm	-	-	-	-	-
Fósforo total	-	-	-	S 1 M	-	-
Azoto total	-	-	-	S 1 M	-	-
Alumínio	-	-	-	S 1 M	-	-
Ferro total	-	-	-	S 1 M	-	-
Cobre total	-	-	-	S 1 M	-	-
Chumbo total	-	-	-	S 1 M	-	-
Mercúrio total	-	-	-	S 1 M	-	-
Níquel total	-	-	-	S 1 M	-	-
Crómio total	-	-	-	S 1 M	-	-
Crómio hexavalente	-	-	-	S 1 M	-	-
Cádmio total	-	-	-	S 1 M	-	-
Hidrocarbonetos	-	-	-	S 1 M	-	-
Cianetos	-	-	-	S 1 M	-	-

E – Entrada; S – Saída; E/S – Entrada e Saída
Sm – por semana; M – por mês; A – por ano

4.3 MANUTENÇÃO DE ETAR POR LAMAS ATIVADAS

Na obra de entrada, os procedimentos de manutenção mais comuns incluem:

- Controlar o estado da proteção anticorrosiva e chumbadouros.
- Verificar aquecimentos no motor elétrico, chumaceiras e redutor (se se tratar de uma grade mecânica), e verificar nível de óleo ou massa lubrificante.
- Calibrar periodicamente o sistema automático de deteção de colmatação, se existir.
- Verificar e manter adufas, tubagens, grupos eletrobomba de extração de areias e instalações elétricas, nomeadamente através de substituição de peças de desgaste, reparação e lubrificação de equipamentos

Na Figura 4.8 são ilustrados procedimentos de manutenção numa obra de entrada de ETAR (verificação de equipamento).



Figura 4.8 - Procedimentos de manutenção numa obra de entrada.

No tanque de arejamento, a manutenção regular deve incidir nos seguintes aspetos:

- Analisar regularmente todo o equipamento eletromecânico, com vista a detetar vibrações, temperatura ou ruídos anómalos.
- Verificar o funcionamento dos equipamento de controlo de nível e de descarga de líquidos, dos sistemas de arejamento e de todas as instalações elétricas, incluindo betoneiras e temporizadores.

Nos decantadores (primário ou secundário), deve ser assegurada a lubrificação dos equipamentos eletromagnéticos, incluindo descarregadores, anteparas, válvulas e pontes raspadoras, e controlar ruídos, temperatura ou vibrações anómalas.

4.4 PROBLEMAS OPERACIONAIS

Os quadros que apresentam os problemas operativos mais frequentes, bem como possíveis ações a empreender para os ultrapassar, nas câmaras de grades, desarenadores/desengorduradores, tanques de arejamento e decantadores encontram-se no Anexo I.

05 |



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE ETAR POR LAGUNAGEM

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os sistemas de tratamento de águas residuais por lagunagem são sistemas simples, que se aproximam da depuração que ocorre em das condições naturais em meios aeróbios e anaeróbios. A água residual atravessa uma série de lagoas (em regra, anaeróbias, facultativas e de maturação, para remoção de organismos patogénicos), sendo um sistema extensivo, que necessita de grandes áreas de implantação. Apresentam, como vantagens, a simplicidade e economia da construção e manutenção da ETAR.

Na Figura 5.1 apresenta-se um vista da ETAR de Ribeira de Vinha, na ilha de S.Vicente, que integra os processos de lagunagem.



Figura 5.1 - ETAR de Ribeira de Vinha (lagunagem).

Existem ainda lagoas arejadas, uma técnica intermédia que conjuga características da lagunagem e das lamas ativadas.

Nas lagoas de estabilização, os afluentes são submetidos a processos químicos e biológicos, com o objetivo de reter a matéria orgânica e produzir efluentes com qualidade apropriada, para descarga no meio ambiente ou para reutilização. A matéria orgânica em forma de suspensão fica acumulada no fundo da lagoa, formando lamas que são digeridas e/ou estabilizadas ao longo do tempo.

Os processos de lagunagem apresentam grande simplicidade dos procedimentos de operação e manutenção. Contudo, existem vários procedimentos de operação e manutenção que devem ser executados rotineiramente, a fim de evitar a ocorrência de problemas ambientais e a redução da eficiência de tratamento.

No presente capítulo são mencionados os principais procedimentos de operação de ETAR por lagunagem, incluindo os parâmetros a monitorizar, bem como os principais procedimentos de manutenção destes sistemas. Adicionalmente, são descritos, sumariamente, os problemas operacionais mais comuns e as ações que podem conduzir à sua correção.

Este capítulo foi elaborado com base no trabalho de Arcivala (1981), Levy et al. (1989), WEF (1990), Mara et al. (1992), Yanez (1993) e Sperling (1995).

5.2 OPERAÇÃO DE ETAR POR LAGUNAGEM

5.2.1 INTERVENÇÕES COMUNS

Genericamente, uma ETAR por lagunagem deve demonstrar uma manutenção cuidada, nomeadamente: os espaços envolventes e taludes não devem ter ervas ou mato, a obra de entrada deve estar limpa, as lagoas sem flotantes. Assim, a operação de um sistema de lagunagem deve compreender a execução dos seguintes procedimentos correntes de operação:

- Limpeza dos espaços envolventes, taludes e margens. A presença de roedores deve ser controlada, destruindo-se todas as tocas que forem encontradas. A utilização da área para outros fins que não os da estação deve ser impedida. Em média, o operador deverá prever entre meio dia a um dia por semana para realizar estas tarefas.
- Limpeza das grades. O operador deverá efetuar a limpeza das grades diariamente, ou de dois em dois dias no caso de pequenas estações (< 500 habitantes). Os gradados devem ser colocados em contentores que serão removidos pelos serviços de recolha de resíduos sólidos.
- Limpeza das lagoas, incluindo a remoção de flotantes e de plantas que se tenham desenvolvido, a realizar semanal ou mensalente. Os flotantes devem ser eliminados juntamente com os gradados.
- Controlo analítico. A eficiência de operação das lagoas é monitorizada com base na medição de três parâmetros principais (oxigénio dissolvido (OD), que deve ser superior a 2mg/L; pH (entre 6 e 10) e temperatura). Informação complementar sobre o programa de monitorização é apresentada no subcapítulo 5.2.2.

Na Figura 5.2 é representado o trabalho de limpeza das margens de uma lagoa.



Figura 5.2 - Limpeza das margens de uma lagoa.

O nível de lamas deve ser controlado trimestralmente, em especial na proximidade da entrada da primeira lagoa, recorrendo a um medidor de turvação (ou, simplesmente, a um frasco de boca larga, com comando da rolha a partir da superfície). Globalmente, considera-se que é necessário proceder à remoção de lamas quando a sua altura de lamas ultrapassar 25% a 30% da profundidade da lagoa. O subcapítulo 5.2.3 aborda os procedimentos de remoção de lamas.

As rotinas de operação e inspeção dos sistemas por lagunagem e a respetiva periodicidade constam do Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Frequência recomendada para procedimentos correntes de operação.

Procedimento	Frequência do procedimento				
	Diária	Semanal	Mensal	Trimestral	Anual
Inspeção do sistema	X	-	-	-	-
Limpeza das grades	X	-	-	-	-
Limpeza dos espaços envolventes, taludes e margens	-	X	-	-	-
Limpeza das lagoas	-	X	-	-	-
Controlo do oxigénio em lagoas arejadas	-	X	-	-	-
Controlo do nível de lamas nas lagoas	-	-	-	X	-
Eventual remoção de lagoas	-	-	-	-	X

Recomenda-se a existência de fichas diárias de inspeção da ETAR e das unidades complementares. No Quadro 5.2 apresenta-se um modelo de ficha de inspeção e de ocorrências, adotada de Soares (1995).

Quadro 5.2- Ficha diária de inspeção e ocorrências.

Data:			
	Sim	Não	Comentário / local / quantidade / observações
Condições meteorológicas			
Tempo (com sol, enublado, chuvoso)			
Vento (ausente, fraco, forte)			
Observações na lagoa			
Verifica-se a ascensão de lamas na lagoa?			
Verificam-se manchas verdes na superfície?			
Observam-se manchas negras na superfície?			
Existem manchas de óleo na superfície?			
Existe vegetação em contacto com a água?			
Verifica-se erosão nos taludes?			
Existe infiltração visível?			
Observa-se a presença de aves?			
Observa-se a presença de insetos?			
Outros aspetos			
As vedações estão em bom estado?			
Os canaletes de água pluvial estão limpos?			
O medidor de caudal está operacional?			
Houve manutenção dos espaços verdes?			
Ocorreu a remoção de escumas?			
Verificou-se a remoção de sólidos na grade?			
Houve remoção de areia?			
Foi usado o <i>bypass</i> para o meio recetor?			

Adicionalmente, devem garantir-se medidas de segurança na ETAR, sendo de destacar a existência, em todos os sistemas de lagunagem, de boias junto a cada lagoa. Em grandes sistemas, recomenda-se a existência de uma pequena embarcação.

5.2.2 PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

No Quadro 5.3 apresentam-se os requisitos de monitorização recomendados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA). Contudo, dependendo da dimensão das lagoas, o número de parâmetros a ser incluídos num programa de monitorização, bem como a frequência da sua determinação, poderão ser diversos. Em sistemas de pequena dimensão, implantados em locais remotos e/ou com menores recursos económicos, pode optar-se por uma programação de amostragem simplificada, concentrando-se na determinação do caudal e dos parâmetros legalmente impostos.

Quadro 5.3 – Programa de medições e amostragem.

Frequência	Parâmetro	Unidade	Local de amostragem				Local de determinação
			Afluente	Lagoa facultativa	Lagoa arejada	Efluente	
Diária	Caudal	m ³ /d	X			X	<i>In situ</i>
	Temperatura do ar	°C					<i>In situ</i>
	Temperatura do líquido	°C	X	X	X	X	<i>In situ</i>
	pH	-	X	X	X	X	<i>In situ</i>
	Sólidos sedimentáveis	mg/L	X			X	<i>In situ</i>
	Oxigénio dissolvido	mg/L		X	X		<i>In situ</i>
Semanal	CBO total	mg/L	X			X	Lab. central
	CQO total	mg/L	X			X	Lab. central
	SST	mg/L	X			X	Lab. central
	SSV	mg/L	X			X	Lab. central
	Coliformes fecais (ou <i>E. coli</i>)	NMP/100mL	X			X	Lab. central
Mensal	Nitrogénio amoniacal	mg/L	X			X	Lab. central
	Nitrogénio orgânico	mg/L	X			X	Lab. central
	Nitratos	mg/L				X	Lab. central
	Fósforo	mg/L	X			X	Lab. central
	Sulfatos	mg/L	X			X	Lab. central
	Sulfureto	mg/L	X			X	Lab. central
	Alcalinidade	mg/L	X				Lab. central
Óleos e gorduras	mg/L	X			X	Lab. central	
Eventual	Contagem de fitoplancton	-		X			Lab. central
	Contagem de zooplancton	-		X			Lab. central
	Principais géneros de algas	-		X			Lab. central

Nas lagoas anaeróbias exclui-se a determinação de géneros de algas, ou de eventuais estudos de penetração da luz.

Nas lagoas arejadas, o teor em oxigénio dissolvido deve ser controlado semanalmente. O tempo de funcionamento das turbinas, ou o caudal de insuflação de ar, deve ser regulado de modo a assegurar um mínimo de $1 \text{ mg O}_2/\text{L}$ em toda a lagoa, excetuando em lagoas arejadas facultativas, onde se espera encontrar níveis próximos de zero na camada de fundo.

Caso se pretenda reutilizar o efluente na agricultura, os parâmetros agronómicos (condutividade elétrica, Ca, Mg, Na, boro e outros) e sanitários (designadamente ovos de helmintos) devem ser monitorizados. Refere-se que a presença de metais pesados nas lamas produzidas resulta, usualmente, de contribuições industriais.

Recomenda-se o controlo analítico por amostragem composta. A recolha de amostras compostas pode ser realizada automática ou manualmente, usualmente em intervalos de uma a três horas.

Os resultados do controlo analítico devem ser introduzidos em folhas de cálculo computacional, possibilitando a elaboração de cálculos automáticos de parâmetros de carga e eficiência com vista à posterior análise e otimização do processo de tratamento.

5.2.3 REMOÇÃO DE LAMAS

Como critério usual, quando a altura de lamas ultrapassar 25% a 30% da profundidade da lagoa, considera-se que é necessário proceder à remoção de lamas. Para além de comprometer a eficiência do tratamento, se a camada de lamas ascender à superfície, a libertação de odores é acentuada. Nas lagoas facultativas, a taxa de acumulação de lamas é de 0.03 a $0.08 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$, o que, atendendo à área das lagoas, se traduz numa acumulação de 1 a 3 cm de lama por ano, pelo que as lamas podem ser acumuladas no interior destas lagoas durante diversos anos, sem necessidade de remoção. Nas lagoas anaeróbias, a taxa de acumulação de lamas é de 0.01 a $0.04 \text{ m}^3/\text{hab.ano}$; contudo, dado o facto da sua área ser relativamente reduzida, tipicamente a remoção de lamas deve processar-se de 3 em 3 anos (ou de 4 em 4 anos).

As características das lamas produzidas e armazenadas nas lagoas de estabilização dependem do tempo de retenção destas na lagoa (usualmente de alguns anos): neste período, as lamas são submetidas a processos de digestão anaeróbia, o que se reflete em elevados teores de sólidos totais (ST), em regra superiores a 15% , e numa relação de sólidos voláteis/sólidos totais (SV/ST) reduzida (inferior a 50%). Em todo o caso, as lamas devem ser submetidas a desidratação adicional, por secagem natural na própria lagoa, recorrendo a leitos de secagem ou a equipamentos mecânicos. Em localidades com um grande número de lagoas nas áreas periféricas, pode ser interessante a utilização de uma unidade móvel de desidratação (com centrifugas).

A concentração de sólidos no interior das lagoas varia ao longo da espessura da camada de lamas, possuindo valores mais elevados na camada inferior. Por outro lado, a altura e características da camada de lamas varia ao longo das lagoas, dependendo da sua geometria e do posicionamento das estruturas de entrada e saída.

Os ovos de helmintos apresentam-se em grande quantidade nas lamas de lagoas, uma vez que o principal mecanismo de remoção da fase líquida é a sedimentação. Assim, é frequentemente necessário proceder à higienização das lamas, caso estas sejam valorizadas na agricultura.

A remoção das lamas de lagoas pode ser concretizada por meios mecânicos ou manuais, com ou sem interrupção do funcionamento das lagoas. Segundo diversos autores, as lagoas devem ser projetadas de forma a poderem ser desativadas para a drenagem e remoção das lamas, o que facilita o processo e reduz os custos associados. Deste modo, é particularmente útil que as ETAR por lagunagem incluam mais de uma linha de tratamento, sendo dimensionadas conservativamente.

A desativação temporária de uma lagoa constitui uma medida operacional simples, embora o esvaziamento requiera o planeamento prévio. Neste caso, as lamas são submetidas a secagem

dentro da própria lagoa, até atingir uma consistência que possibilite a utilização de pás e carrinhos de mão para promover a sua remoção ($ST > 30\%$), ou o recurso a tratores (processo mais rápido de esvaziamento). Esta técnica possui a grande desvantagem de requerer um longo período para secagem, embora o volume de lamas a ser removido seja consideravelmente reduzido face ao volume anterior à secagem. Outro aspeto positivo é a ocorrência de higienização complementar das lamas por pasteurização induzida pela energia solar.

Caso se opte por remoção mecânica, por intermédio de tratores (Figura 5.3), deve ser verificada previamente a capacidade de suporte do solo, para que não se comprometa a impermeabilização do fundo da lagoa nem a estabilidade dos taludes. Recomenda-se que não se aceda ao fundo da lagoa enquanto as lamas apresentarem consistência pastosa ($20\% < ST < 30\%$).



Figura 5.3 – Esvaziamento de lagoas com recurso a meios mecânicos.

A remoção das lamas com manutenção da lagoa em funcionamento pode ser conseguida por tubagem de descarga hidráulica (drenagem de fundo), embora seja usual a obstrução destas tubagens, com perda de funcionalidade. Como alternativa, sugere-se o recurso a camiões limpa fossa (Figura 5.4), que dispõem de um sistema de sucção a vácuo com tubagem flexível, o que permite remover as lamas e transportá-las até ao local onde serão desidratadas e/ou estabilizadas. Pode ainda equacionar-se o recurso a dragagem, ou a bombagem a partir de balsa. Estas soluções apresentam o inconveniente de removerem as lamas com elevado teor de humidade, logo em grande quantidade.



Figura 5.4 – Remoção de lamas de uma lagoa com recurso a camiões limpa fossa.

As principais vantagens e desvantagens das diferentes técnicas de remoção de lamas com desativação da lagoa estão resumidas no Quadro 5.4.

Quadro 5.4 – Vantagens e desvantagens das técnicas de remoção de lamas de lagoas de estabilização.

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Remoção manual	<ul style="list-style-type: none"> - A remoção da humidade é realizada na própria lagoa - A limpeza da lagoa é realizada de forma controlada - As lamas com altos teores de ST diminuem o custo de transporte - Possibilita a remoção quase completa das lamas 	<ul style="list-style-type: none"> - A lagoa fica desativada durante um longo período de tempo - Contacto direto dos empregados com as lamas
Remoção mecânica das lamas (uso de tratores)	<ul style="list-style-type: none"> - A remoção da humidade é realizada <i>in loco</i> - A limpeza da lagoa é realizada de forma controlada - As lamas com alto teor de ST diminuem o custo de transporte - Maior rendimento que a remoção manual das lamas - Possibilidade da remoção quase completa das lamas 	<ul style="list-style-type: none"> - A lagoa fica desativada durante um longo período de tempo - Possibilidade de demolição de parte do talude para acesso das máquinas - O fundo da lagoa pode ser danificado - Possibilidade de o trator ficar atolado
Raspagem mecanizada e bombagem	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tempo de secagem das lamas na lagoa - Possibilidade da remoção quase completa das lamas 	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção das lamas ainda muito húmidas - Necessidade de acesso de tratores à lagoa

5.3 MANUTENÇÃO DE ETAR POR LAGUNAGEM

A manutenção mantém os sistemas operativos funcionais e com um desempenho apropriado. Nos sistemas de tratamento por lagunagem, o equipamento em regra resume-se a grades, anteparas, defletores e descarregadores, pelo que a necessidade de manutenção é muito limitada. No caso das lagoas arejadas, o equipamento de arejamento deve funcionar regularmente, sem ruídos e aquecimentos excessivos, devendo ser mantido. As intervenções de manutenção mais comuns e a periodicidade respetiva constam do Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Lista de tarefas de manutenção (adaptado de Idaho National Laboratory, 2011).

Equipamento	Frequência	Diária	Semanal	Mensal	Outra
Sistema de arejamento					
Operação da unidade de arejamento		X			
Verificar/limpar entupimentos no eixo			X		
Verificar incrustações nas turbinas			X		
Estação Elevatória					
Verificar comandos de operação		X			
Verificar encaixes, ligações, etc.				X	
Limpar e inspecionar válvulas de retenção				X	
Substituir fusíveis/lâmpadas					Como exigido
Calibrar caudalímetros					Verificação anual

5.4 PROBLEMAS OPERACIONAIS

A má conservação das margens e taludes, e a admissão de esgotos tóxicos ou demasiado carregados são os principais responsáveis pelo mau funcionamento de um sistema de lagunagem. Apesar destes sistemas necessitarem de uma operação e manutenção reduzida, é necessário proceder ao seu controlo periódico, sob pena de não ser possível atuar de uma forma efetiva quando se deteta uma anomalia. No Anexo II, apresentam-se os problemas operativos mais frequentes, bem como possíveis ações a empreender para os ultrapassar.





ASPETOS CONCLUSIVOS

O presente guia técnico refere-se aos procedimentos de operação e manutenção de ETAR, com ênfase nos processos de tratamento mais comuns e com potencial de aplicação em Cabo Verde, designadamente nas fossas sépticas, processos de tratamento por lamas ativadas e processos de tratamento por lagunagem. O documento pretende constituir um instrumento de apoio aos técnicos e profissionais no setor do saneamento, contribuindo para uma maior eficiência e harmonização de conhecimentos e de procedimentos que beneficiam a eficiência global dos serviços.

Neste guia técnico, promovido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANAS), no âmbito da cooperação entre Cabo Verde e Luxemburgo, são apresentadas as principais intervenções de operação e manutenção de fossas sépticas coletivas e individuais, com ênfase nas boas práticas, procedimentos recomendados e aspetos de segurança. São também detalhados os procedimentos de operação e manutenção de ETAR por lamas ativadas, sendo também descritos os problemas operacionais mais comuns e os procedimentos ou estratégias para a sua resolução. Por fim, são mencionadas as atividades de operação e manutenção de ETAR por lagunagem, os problemas operacionais mais comuns associados a este tipo de processos de tratamento, bem como os respetivos procedimentos corretivos.

ANEXOS

ANEXO I

Quadro A1.1 – Problemas operativos na câmara de grades.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Existência de marcas de fricção de metal com metal		
Grade e/ou sistema de limpeza mecânica mal posicionados	Verificar posições relativas de grade e sistema de limpeza.	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar posições da grade e de sistema de limpeza. Recorrer ao fabricante.
Observação: Mecanismo automático de limpeza não funciona		
Avaria no motor	Testar motor	<ul style="list-style-type: none"> Reparar ou substituir motor.
Mecanismo encravado ou saída de água obstruída	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> Remover obstrução ou substituir/limpar saída de água.
Sistema eléctrico comprometido	Testar circuitos de controlo	<ul style="list-style-type: none"> Reparar ou substituir circuitos.
Observação: Bloqueamento excessivo das grades		
Quantidade excessiva de detritos nos esgotos em relação ao previsto	Verificar espaçamento das grades e velocidade de escoamento	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar espaçamento entre barras. Determinar a origem do esgoto que causa o problema e evitar a sua descarga.
Frequência de limpeza inadequada	Verificar frequência de limpeza	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar frequência de limpeza.
Observação: Existência de cheiros desagradáveis e/ou proliferação de insectos		
Acumulação excessiva de detritos	Verificar método e frequência de remoção de detritos	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar frequência de remoção de detritos.
	Verificar método e frequência de remoção de detritos	<ul style="list-style-type: none"> Colocar detritos removidos em recipiente adequado.
Observação: Existência de cheiros desagradáveis e/ou proliferação de insectos		
Velocidade de escoamento baixa	Verificar velocidade de escoamento	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar velocidade, se possível, e aumentar a frequência de lavagem da Câmara.
Existência de irregularidades no canal	Verificar regularidade do fundo	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar irregularidades da soleira ou aumentar inclinação da mesma.

Quadro A1.2 – Problemas operativos no desarenador/desengordurador.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Reduzida turbulência do líquido no desarenador com insuflação de ar		
Difusores bloqueados	Verificar difusores	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar difusores.
Circulação de ar insuficiente	Verificar difusores	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar arejamento.
Observação: Excessiva vibração na desidratação por ciclone		
Caudal excessivo	Medir caudal	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir caudal.
Colmatagem da secção de saída das areias	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Remover obstruções.
Observação: Fraca eficiência na remoção de areias		
Velocidade excessiva em desarenador em canal	Medir velocidade	<ul style="list-style-type: none"> • Manter velocidade próxima de 0.3 m/s.
Arejamento excessivo em desarenador com insuflação de ar	Controlar arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir arejamento.
Equipamento de remoção de areias com baixo rendimento	Medir velocidade do sistema de remoção de areias	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar frequência e/ou velocidade do sistema de remoção de areias.
Tempo de retenção insuficiente	Calcular tempo de retenção	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar tempo de retenção.
Observação: Areias removidas com cor escura, cheiro e/ou gordurosas		
Circulação de ar insuficiente	Medir o caudal de ar	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar arejamento
Pressão inadequada na desidratação por ciclone	Controlar a pressão de descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Manter pressão entre 4 e 6 psi.
Tempo de retenção excessivo	Medir velocidade de escoamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir tempo de retenção, ou seja, aumentar velocidade de escoamento.
Observação: Esgoto séptico gorduroso com libertação de bolhas gasosas e/ou cheiro a ovos podres na câmara de areias		
Formação de ácido sulfídrico	Controlar o teor em sulfatos	<ul style="list-style-type: none"> • Lavar câmara com solução de água e hipoclorito.
Lamas no fundo da câmara de areias e/ou detritos orgânicos submersos	Inspeção visual de câmara de areias	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar frequência de lavagem da câmara.
Observação: Corrosão de metal e betão		
Ventilação insuficiente	Verificar ventilação	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar ventilação
Observação: Câmara de areias cheias em sistemas de extracção automática		
Câmara de areias cheias em sistemas de extracção automática	Câmara de areias cheias em sistemas de extracção automática	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar controlos das bombas

ANEXOS

ANEXO I

Quadro A1.3 – Problemas operativos de tanques de arejamento.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Existência de escumas escuras e muito estáveis no tanque de arejamento		
Idade excessiva das lammas, resultando em baixos valores de OD e pH	Verificar idade das lammas	<ul style="list-style-type: none"> Se idade das lammas for superior a 15 dias é necessário aumentar a descarga de lammas em excesso em 10% diariamente até se atingir um valor inferior.
Tempo de retenção excessivo	Verificar tempo de retenção	<ul style="list-style-type: none"> Se tempo de retenção for superior a 24 horas é necessário aumentar a extracção de lammas e reduzir tempo de retenção até se atingir um valor inferior
Observação: Formação de uma camada de lama escura no decantador secundário		
Arejamento insuficiente	Verificar se OD no tanque de arejamento se situa entre 1 a 3 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> Verificar perdas no sistema de arejamento, nomeadamente tubagens, e repará-las. Aumentar arejamento, utilizando outra turbina ou aumentando o nível de água no tanque. Limpar difusores. Diminuição de carga utilizando outro tanque de arejamento.
Observação: Existência de lammas à superfície do decantador secundário		
Predominância de organismos filamentosos no líquido (Bulking)	Exame microscópico para determinar a existência de organismos filamentosos	<ul style="list-style-type: none"> Elevar o pH. Adicionar entre 5 a 60 mg/l de cloro às lammas recirculadas até IM <150. Adicionar entre 50 a 200 mg/l de peróxido de hidrogénio até IM <150. Aumentar idade das lammas. Aumentar a recirculação de lammas. Aumentar o oxigénio dissolvido no tanque de arejamento, se for menor que 1 mg/l. <p>Nota: IM = Índice de Mohlman</p>
Desnitrificação no decantador secundário, as bolhas produzidas aderem às partículas de lammas provocando a sua ascensão	Verificar concentração de nitratos no decantador secundário	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar a recirculação de lammas. Aumentar o oxigénio dissolvido no tanque de arejamento, se for menor que 1 mg/l. Reduzir idade das lammas. Aumentar nutrientes de modo a que a relação CBO/nutrientes não seja superior a 100 mg/l de CBO para 5 mg/l de azoto total e 1 mg/l de fósforo e manter o mínimo de OD no tanque de arejamento em 1 mg/l.
Observação: Presença de bolhas de ar de grandes dimensões no arejamento por difusão		
Difusores obstruídos	Inspeccionar sistema de distribuição de ar	<ul style="list-style-type: none"> Limpeza dos difusores. Instalação de filtros de ar.
Observação: Existência de espuma branca e espessa no tanque de arejamento		
Matéria total em suspensão muito baixa	Verificar matéria total em suspensão (SST e SSV)	<ul style="list-style-type: none"> Diminuir extracção de lammas para aumentar a matéria em suspensão.
Observação: Grande turbulência na superfície do tanque de arejamento com destruição de flocos		
Sobre-arejamento, dando origem a elevado teor em OD	Verificar OD no tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> Reduzir arejamento, de forma a manter OD com valores entre 1 e 3 mg/l.

Quadro A1.3 (cont.) – Problemas operativos de tanques de arejamento.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Líquido no tanque com pH inferior a 6,7, lamas menos densas		
Ocorrência de nitrificação da mistura	Verificar o teor de amoníaco (NH ₃) e a alcalinidade do afluente	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir idade das lamas, aumentando a sua extracção.
Afluência de águas residuais ácidas	Determinar pH do afluente	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar a sua origem e interromper a sua afluência. • Reduzir previamente a sua acidez.
Observação: Pontos mortos e falta de agitação em áreas do tanque		
Reduzido arejamento	Verificar OD no tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar arejamento até OD ter valores entre 1 a 3 mg/l e assegurar uma mistura adequada da massa líquida.
Interrupção de fluxos dentro do tanque	Verificar difusores	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar e/ou desobstruir difusores.
Observação: Incremento de arejamento sem alteração da carga orgânica e sem atingir OD pretendido		
Perdas ou obstruções no sistema de arejamento	Verificar sistema de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar sistema de arejamento e/ou apertar parafusos das flanges e vedar ligações do mesmo.
Deficiente colocação dos difusores	Deficiente colocação dos difusores	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiente colocação dos difusores.
Observação: Concentração de lamas recirculadas é baixa (< 8000 mg/l)		
Excessiva recirculação de lamas	Verificar sólidos suspensos e sedimentáveis	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir recirculação de lamas.
Entrada de esgoto ácido no sistema	Controlo do pH do afluente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar OD, pH e teor em azoto.
Predominância de Actinomicetos	Exames microscópicos e controlo de OD, pH e nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar teor de ferro dissolvido se este for inferior a 5 mg/l.
Observação: Baixo teor de oxigénio dissolvido, embora o fornecimento de ar seja grande		
Sistema de arejamento inadequado	Verificar sistema de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar sistema de arejamento.
Carga orgânica demasiado elevada	Verificar sistema de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar outro tanque de arejamento em serviço.
Observação: Flocos de reduzida dimensão no efluente do decantador secundário, causam turvação embora efluente tenha boa qualidade		
Turbulência excessiva no tanque de arejamento	Verificar se OD no tanque de arejamento se situa entre 1 a 3 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir agitação no tanque de arejamento.
Lamas sobre oxidadas	Aparência das lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir idade das lamas.
Condições anaeróbicas no tanque de arejamento	Verificar se OD no tanque de arejamento se situa entre 1 a 3 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o OD no tanque de arejamento.
Sobrecarga tóxica	Exame microscópico para detectar protozoários inactivos	<ul style="list-style-type: none"> • Introduzir lamas de outra estação.
Excessiva carga de sólidos no decantador	Verificar se carga de sólidos superficial ultrapassa 7 kg/m ² .hora	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar extracção de lamas do sistema

ANEXOS

ANEXO I

Quadro A1.4 – Problemas operativos de decantadores..

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Funcionamento irregular da ponte raspadora/do sistema de extracção de lamas		
Acumulação excessiva de lamas	Medir a altura de lamas no fundo do decantador, por meio de sonda ou de amostrador	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar frequência de remoção de lamas.
Existência de detritos em volta da lâmina raspadora	Verificar funcionamento de ponte raspadora e de sistema de extracção de lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Remover detritos e obstruções.
Ponte raspadora danificada	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar ou substituir ponte raspadora.
Observação: Dificuldade na remoção de lamas sedimentadas		
Acumulação excessiva de areias, argila e outros materiais facilmente compactáveis, criando lamas muito espessas e densas	Verificar a operação de remoção de areias	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar eficiência do desarenador.
Baixa velocidade na conduta de extracção de lamas	Medir a velocidade de extracção de lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar conduta. • Aumentar velocidade de extracção de lamas com uso da válvula de descarga.
Observação: Baixo teor de sólidos nas lamas		
Sobrecarga hidráulica	Medir o caudal afluente	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição do caudal pelos decantadores, no caso de haver mais que um.
Perturbação dos fluxos no decantador	Verificar com traçadores, inspeção visual com introdução de líquidos corantes	<ul style="list-style-type: none"> • Alterar disposição dos descarregadores. • Reparar/substituir deflectores.
Excessiva bombagem das lamas	Verificar a frequência e duração da descarga de lamas e a concentração de sólidos em suspensão	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir frequência e duração das descargas.
Observação: Turbulência na massa líquida		
Bombagem deficiente do afluente	Verificar períodos e/ou duração de bombagem	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar períodos e/ou duração de bombagem.
Observação: Sedimentação excessiva no canal de alimentação do decantador		
Velocidade de escoamento insuficiente	Medir velocidade de escoamento	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar velocidade de escoamento. • Aumentar frequência de lavagem do canal.
Observação: Lamas homogêneas mas com aspecto fofo em algumas zonas da superfície do decantador secundário (teste de sedimentação revela pequenos flocos no sobrenadante)		
Tanque de arejamento com fraca concentração de SST, dando origem a lamas jovens com baixa densidade	Verificar se no tanque de arejamento houve diminuição de concentração em SSV, diminuição do tempo de retenção médio, aumento da razão CBO ₅ /SSV, aumento do oxigénio dissolvido.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir descargas de lamas em 10%, até que concentração de SSV se aproxime dos valores normais.

Quadro AI.4 (cont.) – Problemas operativos de decantadores..

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Crescimento excessivo de algas nas paredes e descarregadores		
Acumulação de matéria orgânica	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar frequência de limpeza das superfícies. • Pré-cloragem e raspagem das superfícies com maior frequência.
Observação: Curto-circuito do caudal através do decantador		
Carga hidráulica excessiva	Calcular carga hidráulica superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição do caudal pelos decantadores, no caso de haver mais que um.
Descarregadores desnivelados	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelar descarregadores.
Mau funcionamento do equipamento	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar ou substituir equipamento danificado.
Tempo de retenção reduzido devido à acumulação de sólidos e areias no fundo	Inspeção por meio de amostra e de sonda	<ul style="list-style-type: none"> • Remover a acumulação excessiva de sólidos e melhorar eficiência do desarenador.
Observação: Lamas a transbordar uniformemente pelos descarregadores do decantador		
Extracção de lamas insuficiente	Verificar o funcionamento da bomba de recirculação/extracção de lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza da conduta de extração de lamas e/ou reparar bomba de recirculação/extracção
	Verificar profundidade das lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar recirculação e /ou extração de lamas e controlar espessura da camada de lamas entre 30 e 90 cm.
Carga hidráulica superficial excessiva	Determinar a carga hidráulica e medir o caudal distribuído para cada decantador	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuição do caudal pelos decantadores, no caso de haver mais que um.
Caudais de ponta afogam os descarregadores	Calcular carga hidráulica em condições de ponta	<ul style="list-style-type: none"> • Se carga hidráulica de ponta superior a 2 m³/m².h, construir tanque de regularização de caudais.
Observação: Pequenas partículas semelhantes à cinza à superfície do decantador		
Início da desnitrificação	Efectuar testes de sedimentação (agitar a superfície após 30 minutos)	<ul style="list-style-type: none"> • Manter OD entre 1 e 3 mg/l e garantir uma agitação adequada no tanque de arejamento.
Quantidade excessiva de gorduras no tanque de arejamento	Efectuar a análise de gorduras no líquido do tanque de arejamento e verificar se há acumulação de gorduras nos descarregadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se o teor em gorduras for significativo, instalar raspadores de superfície no decantador primário ou construir um desoleador/desengordurador à entrada da estação.

ANEXOS

ANEXO I

Quadro A1.4 (cont.) – Problemas operativos de decantadores..

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Lamas homogéneas em algumas zonas da superfície do decantador secundário (teste revela boas características de sedimentação, com sobrenadante clarificado)		
Mau funcionamento do equipamento	Agitação excessiva no tanque de arejamento e deficiente em algumas zonas do tanque, verificar o sistema de arejamento e medir o oxigénio dissolvido	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir insuflação de ar.
	Calibrar os medidores de caudal. Verificar se as bombas ou condutas de recirculação e extração de lamas estão obstruídas e o funcionamento da ponte raspadora	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar ou substituir equipamento danificado.
	Verificar a frequência de remoção de lamas e a espessura de lamas no decantador	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar caudal de recirculação de lamas e velocidade da ponte raspadora, de modo a manter uma espessura de lamas entre 30 a 90 cm no decantador.
Arrastamento de sólidos devido a uma sobrecarga hidráulica	Verificar tempos de retenção hidráulica no tanque de arejamento e no decantador secundário assim como carga superficial no decantador e idade das lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Alterar razão de recirculação de lamas de modo a manter uma espessura de 30 a 90 cm no decantador
Ocorrência de desnitrificação, libertação de bolhas gasosas com arrastamento dos flocos para a superfície	Realizar testes de sedimentação de lamas. Após lamas estarem no fundo, verificar se existe libertação de bolhas quando se agita ligeiramente à superfície. Se houver libertação de bolhas, verificar se houve aumento do teor em nitratos no efluente secundário.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a insuflação de ar no tanque de arejamento, de forma a aumentar o oxigénio dissolvido
Diferença significativa de temperatura dentro do decantador com o diferencial entre a superfície e o fundo a exceder os 2 graus	Determinar os perfis da temperatura e de oxigénio dissolvido, no decantador secundário	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar outro decantador em serviço.
	Verificar os deflectores de entrada e de saída do decantador	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar e/ou instalar deflectores adicionais.

Quadro AI.4 (cont.) – Problemas operativos de decantadores..

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Lamas homogêneas cobrindo quase totalmente a superfície do decantador. As lamas sedimentam mal e lentamente. O sobrenadante apresenta-se razoavelmente clarificado.		
Presença de organismos filamentosos	Proceder a exame microscópico de uma amostra de líquido do tanque de arejamento e de uma amostra de lamas recirculadas. Identificar o tipo de organismos, e se são fungos ou bactérias	<ul style="list-style-type: none"> • Se forem identificados fungos, é necessário efetuar a cloragem das lamas recirculadas com 2 ou 3 g/Kg_{SSV}/dia. • Se forem identificadas bactérias, é necessário efetuar a cloragem do caudal afluente com uma dose de 5 a 10 mg/l. Aumentar a dosagem em quantidades de 1 a 2 mg/l, se necessário.
Os valores de carga orgânica, no tanque de arejamento, não são os adequados	Verificar se no tanque de arejamento houve diminuição de concentração em SSV ou do tempo de retenção médio, aumento da razão CBO ₅ /SSV, alteração do níveis do oxigénio dissolvido, aumento brusco do índice de volume de lamas (IM), ou diminuição do índice de densidade de lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir descargas de lamas em 10%, até que concentração de SSV se aproxime dos valores normais. • Aumentar a razão de recirculação de lamas para o arrastamento superficial de sólidos no decantador diminuir, até que parâmetros de controlo tenham valores adequados.
Carência de nutrientes no esgoto	Verificar o teor de nutrientes no esgoto afluente. A relação CBO/nutrientes deverá ser 100 de CBO ₅ para, 5 de azoto total, 1 de fósforo, 0.5 de ferro	<ul style="list-style-type: none"> • Se o teor em nutrientes não for suficiente, devem ser realizados testes no afluente de forma a acrescentar azoto na forma de amónia anidrido, fósforo sobre a forma de fosfato trisódico e/ou ferro sobre a forma de cloreto de ferro. Para aferir as quantidades de nutrientes proceder a testes de sedimentação.
Baixo teor em oxigénio dissolvido no tanque de arejamento	Medir o teor de oxigénio dissolvido em vários pontos do tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Se a média dos valores de oxigénio dissolvido for menor que 0.5 mg/l, aumentar o arejamento até que o oxigénio dissolvido médio esteja entre 1 a 3 mg/l. • Se os teores de OD são próximos de zero em alguns pontos do tanque de arejamento, e de 1mg/l ou mais, noutros, calibrar o sistema de insuflação de ar ou limpar os difusores.
O pH no tanque de arejamento é menor do que 6.5	<p>Verificar o pH do afluente à ETAR</p> <p>Aumentar o pH, adicionando um agente alcalino, tal como a soda cáustica ou cal, no afluente ao tanque de arejamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o pH, adicionando um agente alcalino, tal como a soda cáustica ou cal, no afluente ao tanque de arejamento. • Se a nitrificação não for necessária, aumentar diariamente de 10% a extração de lamas em excesso. • Se a nitrificação for necessária, aumentar o pH, adicionando um agente alcalino, tal como a soda cáustica ou a cal, no afluente ao tanque de arejamento

ANEXOS

ANEXO I

Quadro A1.4 (cont.) – Problemas operativos de decantadores..

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Pedacos de lamas de cerca de 2 cm, por todo o decantador e arrastamento através dos descarregadores. Teste de sedimentação revela razoável sedimentação, as lamas não compactam bem no fundo, existindo focos suspensos		
Tanque de arejamento com concentração baixa em SST devido à alteração da carga orgânica	Verificar se houve no tanque de arejamento uma diminuição em SSV, no tempo de retenção médio, aumento da razão CBO5/SSV, aumento do teor de oxigénio dissolvido, aumento da extração de lamas em excesso, aumento ou diminuição da carga orgânica e redução da idade das lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir a extração de lamas em excesso em 10%, até que concentração de SSV se aproxime dos valores normais
	Verificar se à formação de espuma no tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar a razão de recirculação de lamas de modo a manter uma espessura de lamas, no decantador, entre 30 e 90 cm. • Reduzir a concentração de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento para valores compreendidos entre 1 e 3 mg/l.
Observação: Corrosão excessiva		
Esgotos sépticos	Esgotos sépticos	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger superfícies com tinta resistente à corrosão
Observação: Subida de lamas em focos que vão desde uma bola de golfe a uma de ténis e dispersão pela superfície do decantador; teste de sedimentação revela boa sedimentação com parte das lamas sedimentadas a subir à superfície horas após início do teste		
Desnitrificação no decantador	Verificar se o teor de nitratos no efluente secundário aumentou	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar diariamente em 10% a extração de lamas em excesso, de forma que os seguintes parâmetros apresentem valores normais: tempo de retenção no tanque de arejamento, idade das lamas e carga mássica.
	Verificar o teor em oxigénio dissolvido e a temperatura no tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Manter oxigénio dissolvido mínimo entre 1 e 2 mg/l e garantir uma agitação adequada no tanque de arejamento.
	Controlar a razão de recirculação de lamas e a espessura de lamas no decantador	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar a razão de recirculação de lamas de modo a manter uma espessura de lamas, no decantador, entre 80 e 90 cm.
Observação: Flocos finos (tamanho de cabeça de alfinete) dispersos no decantador, aglomerados em algumas zonas e transbordando sobre os descarregadores. Teste de sedimentação revela razoável sedimentação; lamas densas no fundo e partículas finas de focos suspensos no sobrenadante		
Tanque de arejamento com uma concentração muito elevada de lamas devido à existência de lamas velhas no sistema	Verificar se no tanque de arejamento houve aumento em SSV, aumento do tempo de retenção médio; diminuição da razão CBO5/SSV, níveis de OD a manterem-se com o aumento do arejamento, diminuição da extração de lamas em excesso, diminuição da carga orgânica	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar diariamente em 10% a extração de lamas em excesso, de forma que os seguintes parâmetros apresentem valores normais: tempo de retenção no tanque de arejamento, idade das lamas e carga mássica.

Quadro A1.4 (cont.) – Problemas operativos de decantadores..

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Efluente do decantador apresenta-se turvo e contém sólidos em suspensão. Teste de sedimentação revela má sedimentação e sobrenadante turvo		
Baixo teor em SSV no tanque de arejamento	Verificar matéria total em suspensão (SST e SSV)	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir extração de lamas em excesso.
Aumento da carga orgânica	Analisar líquido do tanque de arejamento e lamas recirculadas. Verificar a presença de protozoários e determinar a carga orgânica afluente e o oxigénio dissolvido no tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Inexistência de protozoários no líquido do tanque de arejamento e/ou nas lamas recirculadas, é necessário reduzir a extração de lamas em excesso (máximo de 10% por dia) e aumentar a razão de recirculação de lamas, de modo a manter uma espessura entre 30 a 90 cm. • Existência de protozoários no líquido do tanque de arejamento e/ou nas lamas recirculadas, trata-se de um problema de sobre-arejamento e é necessário ajustar o afluxo de ar de forma a manter o oxigénio dissolvido compreendido entre 1 e 3 mg/l.
Aumento de cargas tóxicas	Analisar líquido do tanque de arejamento e lamas recirculadas. Verificar presença de protozoários inactivos	<ul style="list-style-type: none"> • Se os protozoários estão inativos houve uma descarga tóxica e é necessário substituir parte das lamas activadas por outras de outra estação.
Sobre-arejamento no tanque causa a destruição dos flocos	Analisar líquido do tanque de arejamento e lamas recirculadas. Verificar a presença de protozoários activos e o oxigénio dissolvido no tanque de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir a concentração de oxigénio dissolvido no tanque de arejamento para valores compreendidos entre 1 e 3 mg/l.

ANEXOS

ANEXO II

Quadro A2.1 – Problemas operativos: observação, causas possíveis, verificação e solução.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Não se mantém o nível de água das lagoas		
Perda de água	Infiltração pelos taludes	<ul style="list-style-type: none">• Aplicar bentonite argilosa na água da lagoa para vedar fugas.• Reduzir permeabilidade da lagoa com uma camada de argila (se possível).• Proteger o talude internamente com lajetas de betão, argamassa armada, rip-rap, geomembranas, etc..
Evaporação ou percolação excessivas	Tempo de retenção provavelmente excessivo	<ul style="list-style-type: none">• Conduzir para o sistema águas freáticas, ou uma parte de pequenas linhas de água, até que o nível do líquido e o tempo de retenção sejam os adequados.
Observação: Lagoa arejada cheia de espuma		
Condições ventosas	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none">• Construir uma barreira ao vento em volta das lagoas. <p>Notas: (1) Em lagoas anaeróbias, a existência de camada de escumas é normal, ajudando a manter a ausência de oxigénio e dificultando o desprendimento de maus odores. (2) Em lagoas facultativas, deve promover-se a ação do vento pela remoção de obstáculos circundantes à lagoa (se possível).</p>

Quadro A2.1 (cont.) – Problemas operativos: observação, causas possíveis, verificação e solução.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Efluente de má qualidade		
Sobrecarga orgânica	Determinar carga orgânica afluente	<ul style="list-style-type: none"> • Adicionar nitrato de sódio às lagoas para proporcionar mais oxigénio, ou recircular o efluente da última lagoa.
Baixa temperatura	Verificar a temperatura do ar e se as lagoas apresentam cor castanha	<ul style="list-style-type: none"> • Quando existem duas unidades, operá-las em série.
Substâncias tóxicas no afluente (provocando condições anaeróbias repentinas)	Lagoas de cor acastanhada	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e controlar a origem de cargas tóxicas. • Isolar a lagoa afetada. • Em caso de lagoas facultativas afetadas, colocar uma segunda unidade em operação em paralelo, com arejamento, caso seja possível.
Diminuição do volume útil das lagoas causado pela acumulação de lamas	Por meio de uma sonda controlar o nível de lamas	<ul style="list-style-type: none"> • Remover as lamas com mais frequência.
Mau funcionamento do equipamento de arejamento em lagoas arejadas	Inspeccionar o equipamento de arejamento	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar ou substituir peças danificadas ou gastas. • Controlar a operação dos arejadores e estabelecer os períodos corretos de arejamento através da monitorização do OD. • Mudar posição e/ou densidade dos arejadores (com especial atenção às zonas dos trechos iniciais sujeitas a sobrecarga).
Mau funcionamento do equipamento de mistura/agitação das lagoas arejadas	Inspeccionar o equipamento de mistura/agitação	<ul style="list-style-type: none"> • Reparar ou substituir peças danificadas ou gastas.
Turvação excessiva devido à formação de escumas e de massa algal	Controlar a turvação	<ul style="list-style-type: none"> • Desfazer as escumas. Manter a altura do escoamento, nas tubagens entre lagoas, a menos de meia secção. • Retirar o efluente submerso, após passar por defletores, que retenham as algas. • Usar múltiplas células em série com tempos de retenção reduzidos. • Efetuar pós-tratamento do efluente para remoção de sólidos suspensos em excesso.
Fraca penetração da luz devido ao crescimento excessivo de plantas nos taludes	Inspeccionar margens e taludes	<ul style="list-style-type: none"> • Remover regularmente: mato, caniços, ervas, etc.. • Aplicar herbicidas criteriosamente.
Observação: 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	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar betão argiloso na água das lagoas para vedar as fugas.

ANEXOS

ANEXO II

Quadro A2.1 (cont.) – Problemas operativos: observação, causas possíveis, verificação e solução.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Proliferação de insetos		
Acumulação de escumas e óleos	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Revolver, com acinhu ou jato de água, a camada de material flutuante que cobre as lagoas. • Remover escumas com peneiras de pano (posteriormente sujeitas ao destino adequado). • Aplicar cuidadosamente inseticidas ou larvicidas na camada de escumas.
Crescimento excessivo de vegetação em zonas abrigadas da lagoa	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Remover as plantas e caniços. • Operar as lagoas com um nível superior a 90 cm.
Presença de vegetação nas margens e taludes internos das lagoas	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o nível da lagoa de modo a provocar condições desfavoráveis ao desenvolvimento de larvas na vegetação. • Operar a lagoa com variação do nível de água. • Proteger o talude interno com lajetas de betão, argamassa armada, geomembrana, etc.. • Colocação de peixes na lagoa, como tilápias e carpas.
Acumulação de água fora das lagoas	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • Cortar a vegetação da área envolvente às lagoas e drenar águas estagnadas.
Observação: Tocas abertas nas margens e taludes		
Existência de roedores	Inspeção visual	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Observação: Crescimento excessivo de ervas em lagoas de micrófitas		
Lagoas com pequena profundidade	Verificar o desenvolvimento de mosquitos na área envolvente	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a profundidade para cerca de 1 m.
Inadequada execução do programa de controlo da vegetação	Verificar se o programa de controlo tem sido cumprido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar o programa de controlo. • Aumentar a frequência de remoção. • Revestir as lagoas.
Fraca circulação	Inspeção visual dos caudais característicos	<ul style="list-style-type: none"> • Variar o nível das lagoas
Observação: Baixa concentração em oxigénio dissolvido		
Baixo crescimento algal	Lagoa inical de cor acinzentada	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Clarar o afluente ao sistema. • Evitar a afluência de esgoto séptico.
Tempo de retenção relativamente baixo	Verificar se o tempo de retenção é baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar o tempo de retenção.

Quadro A2.1 (cont.) – Problemas operativos: observação, causas possíveis, verificação e solução.

Causa possível	Verificação	Solução
Observação: Odores		
"Bloom" algal	Verificar o crescimento de algas verdes-azuis	<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza com jato de água ou destruição/remoção com acincho/peneiras. • Adicionar mensalmente sulfato de cobre: <ul style="list-style-type: none"> - 1.8 g/m³ para alcalinidade superior a 50 mg/L; - 0.5 g/m³ para alcalinidade inferior a 50 mg/L.
Condições atmosféricas adversas	Longos períodos com tempo enublado e baixas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> • Dominuir a altura da lâmina líquida. • Em lagoas facultativas, colocar uma lagoa em paralelo em operação ou instalar arejadores superficiais próximos da entrada do afluente.
Curto-circuitos hidráulicos	Verificar a existência de vegetação aquática no interior da lagoa Recolher amostras de OD em vários pontos da lagoa	<ul style="list-style-type: none"> • No caso de entradas múltiplas de afluente, regularizar a distribuição uniforme do caudal por todas as entradas. • No caso de entradas simples, construir novas entradas. • Cortar e remover a vegetação aquática. • No caso de existência de zonas mortas, introduzir arejamento para promover a mistura.
Condições anaeróbias (geralmente provocadas pela sobrecarga de águas residuais)	Controlar o nível de oxigénio (redução) Controlar o nível de pH (redução) Verificar alteração da cor do efluente para verde-amarelado Aparecimento de zonas cinzentas junto ao afluente	<ul style="list-style-type: none"> • Desfazer as escumas e lamas séticas. • Caso seja possível, colocar mais uma lagoa em operação. • Adicionar nitrato de sódio à lagoa, como complemento de fonte de oxigénio combinado. • Pré-clorar o afluente ao sistema de lagunagem (poderá causar problemas no que respeita ao reinício das atividades biológicas). • Recircular o efluente da lagoa na razão de 1/6 (no caso de lagoas anaeróbias, deve recircular-se o efluente da lagoa facultativa ou de maturação para a entrada da mesma). • Melhorar a distribuição do afluente na lagoa (distribuição por tubagens perfuradas no fundo da lagoa) ou considerar entradas múltiplas de afluente (evitando caminhos preferenciais). • Em lagoas arejadas, no caso de sobrecargas consistentes, considerar a inclusão de arejadores na lagoa. • Em lagoas anaeróbias: <ul style="list-style-type: none"> - adicionar cal (12 g/m³) para elevar o pH e reduzir as condições ácidas inibidoras da metanogénese; - no caso de sobrecarga, realizar <i>bypass</i> parcial para a lagoa facultativa (caso esta suporte o aumento de carga); - no caso de longos tempos de retenção, operar apenas com uma lagoa (caso haja duas ou mais lagoas em paralelo). • Em lagoas facultativas, alterar operação em série para paralelo ou retirar temporariamente a lagoa problemática de operação (desde que haja pelo menos duas lagoas em paralelo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferreira F. (2008). *Modelação e gestão integrada de sistemas de águas residuais*. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Técnica de Lisboa.

Frazão T. (2015) – *Controlo analítico de ETAR através de métodos expeditos de análise*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, IST.

Gray N. (2004). *Biology of Wastewater Treatment*. Second edition. Irlanda: Imperial College Press.

HORNSBY (2006) - *Operation and Maintenance Manual - Septic Tank and Absorption Trench System*. Consultado em www.hornsby.nsw.gov.au, em maio de 2018.

Levy J., Santiago J., Salles F. (1991). *Manual de saneamento básico*. Tomo VI, Exploração de Sistemas. Lisboa: DGRN

Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition. Seattle: McGraw Hill.

SANEPAR (2018). *Projeto Unifamiliar: Construção, Operação e Manutenção das Fossas Sépticas*. Consultado em <https://slidept.net/document/sanepar-projeto-unifamiliar-pdf>, em Maio de 2018.

Vogel M. (2005). *Septic Tank and Drainfield Operation and Maintenance*. Montana State University (MSU) Extension Service Housing Specialist. Consultado em <http://msuextension.org/publications/HomeHealthandFamily/MT199401HR.pdf>, em Junho de 2018.

Algumas imagens constantes neste guia técnico são crédito de SuSanA - *Sustainable Sanitation Alliance* (<http://www.susana.org/>) e seus parceiros, e foram obtidas no seguinte endereço eletrônico:

<https://www.flickr.com/people/gtzecosan/>

(Licença de uso CC-BY SA 4.0)

OUTRAS REFERÊNCIAS

CERIS : Investigação e Inovação
em Engenharia Civil para
a Sustentabilidade



CERIS - Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade

Endereço: Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa-Portugal

E-mail: ceris@tecnico.ulisboa.pt

Tel.: (+351) 218 418 238

www.ceris.pt

