

TRATAMENTO AERÓBIO DE EFLUENTES PECUÁRIOS

José Luís da Silva Pereira, Ph.D.

Escola Superior Agrária de Viseu

jlperreira@esav.ipv.pt

Departamento de Zootecnia, Engenharia Rural e Veterinária
Ano lectivo 2018/2019

Tratamento aeróbio

1. Introdução

- ☐ Eficaz na estabilização intermédia dos efluentes antes da sua aplicação aos solos e na afinação da qualidade dos mesmos, de forma a permitir a sua descarga directa no meio hídrico receptor.
- ☐ Facilmente integrado em sistemas de lagoas de estabilização, existindo diversas opções quanto ao tipo de arejamento (natural ou forçado) e quanto ao âmbito do mesmo (completo ou superficial)
- ☐ **Objectivos:**
 - ✓ o controlo da libertação de odores ofensivos,
 - ✓ o controlo e remoção de formas azotadas,
 - ✓ a estabilização da matéria orgânica.
- ☐ **Principal desvantagem:** elevados custos de operação e manutenção.

Tratamento aeróbio



Tratamento aeróbio

2. Princípio de base

- ❑ Tratamento aeróbio: processo de degradação e estabilização biológica.
- ❑ Biodegradação acelerada por:
 - ✓ optimização do fornecimento de oxigénio aos microrganismos presentes no efluente
 - ✓ elevação da temperatura até cerca de 40-60 °C, a qual pode ser facilmente alcançada em reactores providos de isolamento térmico
- ❑ Tratamento aeróbio depende das características do efluente e dos objectivos da manipulação do efluente produzido.

Tratamento aeróbio

2. Princípio de base

- ❑ As temperaturas elevadas, altas concentrações de amônio, predação por outros microrganismos são desfavoráveis à sobrevivência de microrganismos considerados patogénicos.
- ❑ Quanto mais elevada for a temperatura, mais rápida é a sua destruição.
- ❑ A eliminação quase total destes microrganismos pode ser alcançada em apenas algumas horas quando se opera na gama termofílica de temperatura (50-60 °C).
- ❑ O tratamento aeróbio contribui deste modo para a prevenção de disseminação de doenças e contaminação das culturas.


Tratamento aeróbio

3. Controlo de odores

- ❑ Os odores ofensivos devem-se a existência de compostos dissolvidos, como os ácidos orgânicos, fenóis e proteínas de baixo peso molecular, cuja presença é reflectida nos elevados teores de CBO₅ normalmente verificados na fracção líquida dos chorumes.
- ❑ Teor de ácidos gordos voláteis: indicador da capacidade de produção de odores (agressivo quando >230 mg L⁻¹)
- ❑ **Controlo de odores:** rápida **degradação dos compostos orgânicos dissolvidos**, levada a cabo por microrganismos presentes nos efluentes.
- ❑ Este processo é **significativamente acelerado com o fornecimento de oxigénio**, sendo possível atingir uma eficiência de remoção de 99%.

Tratamento aeróbio

3. Controlo de odores

- ❑ Sólidos suspensos degradados a uma velocidade bastante inferior  quando o tratamento aeróbio tem por objectivo principal o controlo de odores, o efluente tratado não apresenta normalmente qualidade suficiente para a sua descarga directa no meio hídrico receptor.
- ❑ Tratamento aeróbio: redução de odores desagradáveis, durante e após o espalhamento dos chorumes no solo até cerca de 90%.
- ❑ Tempo de residência necessário: entre 1 e 2 dias nos sistemas **com alimentação contínua** e arejamento intermitente, mas o chorume deve ser logo aplicado.
- ❑ Com um período mais longo, entre 3 e 5 dias, armazenamento possível até 6 semanas.

Tratamento aeróbio

3. Controlo de odores

- ❑ Manutenção das condições aeróbias no chorume arejado é beneficiada pelo processo inicial de nitrificação, uma vez que os nitratos formados funcionam posteriormente como receptores finais de electrões em processos respiratórios, substituindo assim o oxigénio dissolvido.
- ❑ A nitrificação exige longos tempos de retenção, superiores a 3 dias, e um teor em oxigénio dissolvido durante o arejamento superior a 1-2% do nível de saturação, uma vez que as bactérias nitrificantes apresentam uma taxa de crescimento lenta e necessitam de condições aeróbias.
- ❑ Nos efluentes nitrificados é minimizada a perda do seu valor fertilizante, dado que é reduzida a emissão de amónia para a atmosfera.

Tratamento aeróbio

3. Redução da carga orgânica e nutrientes

- ❑ Ambiente oxidante resultante do processo de arejamento: degradação mais completa da matéria orgânica, com a formação de dióxido de carbono, água e outras moléculas simples.



Estabilização dos chorumes

- ❑ Útil em explorações de grande dimensão, que não dispõem de área de solos agrícolas suficiente para a aplicação dos chorumes produzidos: descarga no meio hídrico receptor ou Fertirrigação.

Tratamento aeróbio

3. Redução da carga orgânica e nutrientes

- ❑ Arejamento contínuo: >3-4 dias: redução de CQO até 60% e CBO5 em cerca de 90%.
- ❑ Compostos azotados na forma orgânica ou inorgânica, a qual inclui a amónia, os nitritos e os nitratos:



A proporção relativa dos diferentes compostos de azoto pode ser alterada durante o arejamento

Tratamento aeróbio

3. Redução da carga orgânica e nutrientes

Arejamento pode permitir:

- ✓ a conservação do azoto amoniacal dissolvido no chorume: indicado para a aplicação imediata do chorume ao solo, uma vez que a presença de azoto amoniacal corresponde a uma disponibilidade imediata de azoto para as plantas.
- ✓ a sua oxidação em nitrato: o nitrato funciona como um reservatório de oxigénio que é utilizado durante o armazenamento dos efluentes tratados, reduzindo os odores.
- ✓ o processo de desnitrificação, através do qual se dá a redução de nitrato a azoto gasoso, onde se pode remover até 70% do azoto total do chorume,

Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

A-Sistema de tratamento aeróbio descontínuo

- ✓ Sistema de tratamento aeróbio mais simples e económico
- ✓ É colocado um determinado volume de chorume bruto num tanque e fornecido oxigénio através de um arejador durante um intervalo de tempo, após o qual se procede ao esvaziamento completo do reactor.

Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

A-Sistema de tratamento aeróbio descontínuo

- ✓ Ocorre uma variação muito acentuada da actividade bacteriana, traduzida por um crescimento exponencial, seguida por um decréscimo marcado resultante da carência de nutrientes.
- ✓ Sistema extremamente eficaz na destruição de microrganismos patogénicos devido a elevada libertação de calor inicial.
- ✓ **Inconvenientes:** predisposição para a formação de espumas na etapa inicial, a qual pode prejudicar os níveis de arejamento e agitação no tanque, e a impossibilidade de ocorrer nitrificação.

Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

B-Sistema de tratamento aeróbio semi-contínuo (fed-batch)

- ✓ Variação no volume de chorume em tratamento devido ao enchimento do tanque ou lagoa e ao esvaziamento durante os períodos em que se faz a aplicação do chorume aos solos: obriga à utilização de **arejadores flutuantes**, que podem funcionar de forma contínua ou intermitente.
- ✓ Sistema bastante utilizado no controlo da emissão de odores.
- ✓ Este sistema não requer estruturas adicionais de armazenamento para além daquela que é utilizada no arejamento.

Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

C Sistema de tratamento aeróbio contínuo

- ✓ sistema de alimentação contínua com arejamento contínuo ou intermitente
- ✓ Vantagens em relação ao sistema fed-batch:
 - melhor controle das diferentes formas azotadas presentes no chorume a tratar
 - possibilidade de uma melhor conservação da energia calorífica produzida durante o processo de biodegradação.
- ✓ Produção de efluente tratado contínua mas aplicação aos solos pontual: é necessária a existência de um tanque de armazenamento a jusante do tanque de arejamento.

Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

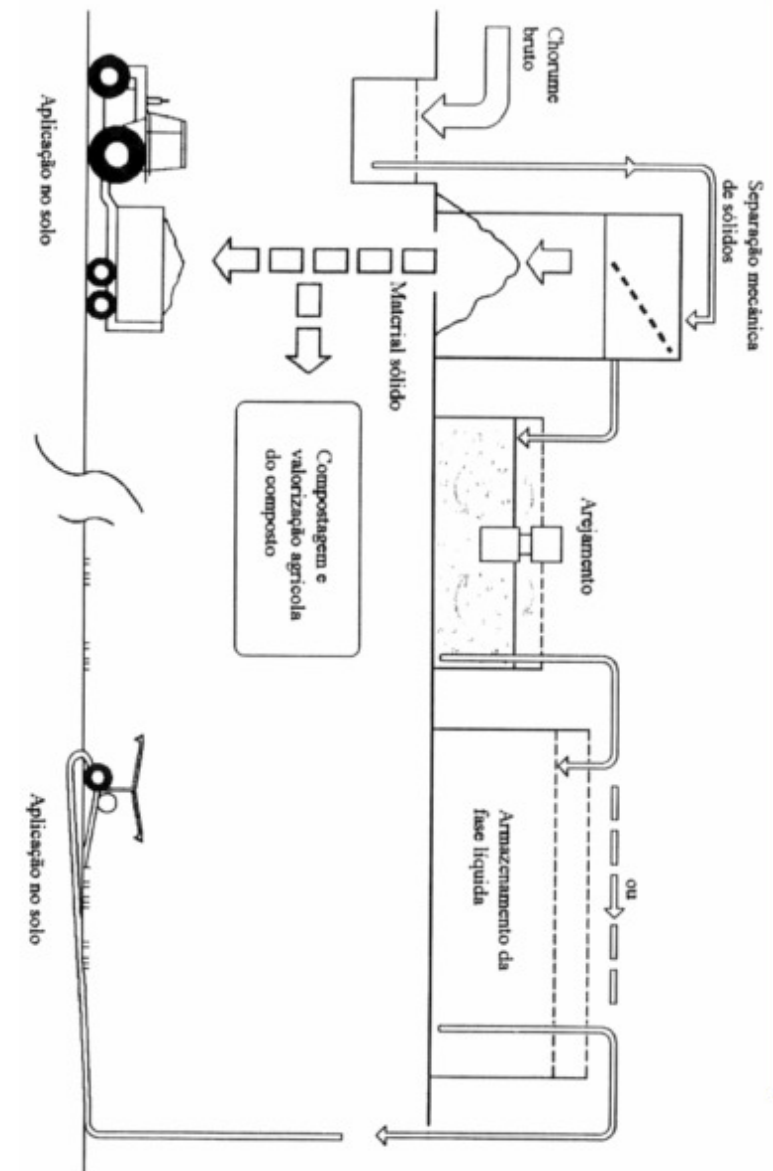
C Sistema de tratamento aeróbio contínuo

- ❑ Durante o arejamento de chorumes, podem ser produzidas quantidades elevadas de espuma: processo de controle mecânico ou químico que evite a saída de espuma do tanque e contaminação da zona envolvente.
- ❑ Para otimizar a eficiência de agitação e arejamento, o tipo e a dimensão do reator devem satisfazer as exigências relativas à duração do tratamento e as características do arejador.
- ❑ Um tanque impermeabilizado e um arejador de elevada transferência de oxigénio são as opções preferidas: arejadores devem fornecer > 1 kg de OD por cada kW.h utilizado

Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

C Sistema de tratamento aeróbio contínuo



Tratamento aeróbio

4. Sistemas de tratamento aeróbio

❖ Sistemas de arejamento

Garantem um arejamento e agitação eficazes e permitem uma maior conservação da energia calorífica produzida durante o processo de biodegradação da matéria orgânica.

❑ Sub-superficiais:

- ✓ turbina de alta velocidade mistura o ar com o líquido
- ✓ adequados para tanques/ lagoas com uma profundidade útil < 3 m.
- ✓ Possível usar um controlo parcial da formação de espumas.
- ✓ Em tanques fechados, recirculação do ar possível para minimizar as perdas térmicas resultantes do arejamento.

Tratamento aeróbio

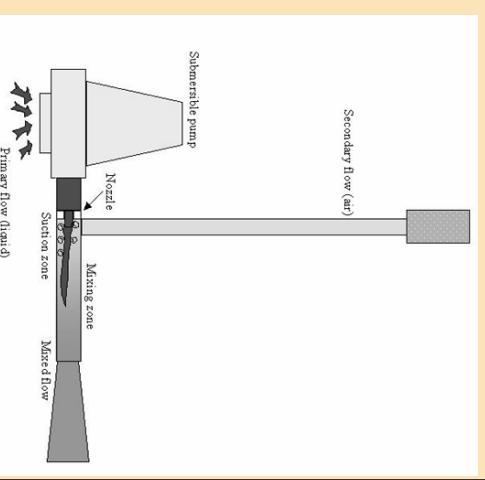
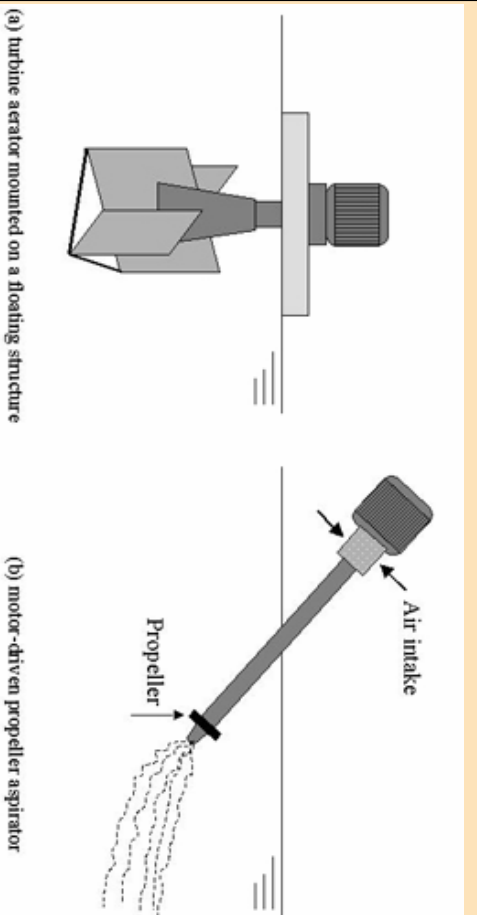
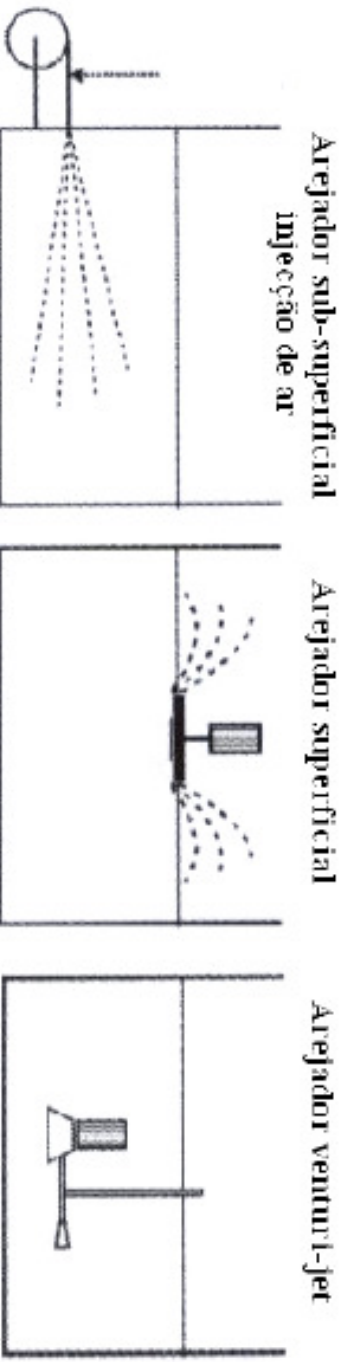
4. Sistemas de tratamento aeróbio

❖ Sistemas de arejamento

❑ Arejador tipo venturi-jet:

- ✓ bombagem do efluente através de um tubo venturi, no qual é misturado com o ar aspirado.
- ✓ Agitação conseguida através da entrada do líquido arejado na base do reactor.
- ✓ Adapta-se a diferentes profundidades, podendo requerer o fornecimento de ar comprimido quando a altura do líquido ultrapassa os 2,5 m.
- ✓ Eficiência do processo de arejamento aumenta na razão directa da altura do líquido

Sistemas de arejamento



Tratamento aeróbio

5. Parâmetros de controlo

- ❑ Relacionados com as características dos próprios processos: tempo de retenção hidráulica, temperatura e o oxigénio dissolvido (OD).
- ❑ Duração do tratamento em sistemas fed-batch depende da capacidade de armazenamento, dos graus de oxigenação e de tratamento.
- ❑ A dimensão do reactor e a produção diária de chorume determina a duração do sistema de tratamento contínuo.
- ❑ Aumento da temperatura devido a biodegradação da matéria orgânica que inclui reacções exotérmicas (afectado pela concentração do chorume bruto e pelo tipo de reactor/arejador).

Tratamento aeróbio

5. Parâmetros de controlo

- ❑ Nos sistemas fed-batch opera-se normalmente à temperatura ambiente, verificando-se uma ligeira subida da temperatura à medida que se processa o arejamento.
- ❑ tratamento em contínuo: T° estabiliza entre os $20\text{ }^\circ\text{C}$ e os $40\text{ }^\circ\text{C}$ em lagoas ou tanques de grandes dimensões.
- ❑ Em tanques providos de isolamento térmico, a temperatura pode ser controlada com permutadores de calor e mantida a níveis adequados para se atingirem os níveis desejados de destruição dos microrganismos patogénicos.

Tratamento aeróbio

5. Parâmetros de controlo

- ✓ O nível de arejamento pode ser definido através da medição da concentração de OD no chorume arejado, que corresponde a uma dada percentagem do valor de saturação.
- ✓ O tratamento aeróbio dos efluentes pecuários é geralmente realizado com níveis de arejamento compreendidos entre 1% e 10% de saturação (maior eficiência entre a energia fornecida e o acréscimo da actividade bacteriana)
- ✓ A determinação do nível de arejamento para valores inferiores a 10% pode ser realizada através da medição do potencial redox que neste caso deverá estar compreendido entre +150mV e +400mV