

Aplicação de Lamas de ETAR na Agricultura

- As lamas de ETAR após o processo de digestão anaeróbia **têm 60% de azoto** sob a forma amoniacal e **40% na forma orgânica**;
- Para a lama digerida a taxa de mineralização do azoto no 1º ano é de 20 a 40%, dependendo das condições do solo (pH, humidade, grau de arejamento, etc.);
- A mineralização é mais rápida em solos húmidos, com temperatura entre 25 e 35°C, bem arejados, com pH entre 6,5 e 7,5 e adequadamente providos de nutrientes;
- Mais de 50% do azoto mineralizável no primeiro ano, mineraliza-se nas 3 a 6 semanas após a incorporação das lamas.

Aplicação de lamas de ETAR na Agricultura

O azoto disponível para a cultura (N_d) é dado por:

$$N_d = N_{\text{nit}} + k_1 \times N_{\text{am}} + k_2 \times k_3 \times N_{\text{org}}$$

N_{nit} - azoto nítrico ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) expresso em kg/t matéria seca (ms) da lama a aplicar;

K_1 - coeficiente de utilização do azoto amoniacal presente, pode considerar-se igual a **0,5**

N_{am} - azoto amoniacal ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$), expresso em kg de N/t ms de lama

K_2 - taxa de mineralização no 1º ano, para as lamas digeridas está **entre 0,2 e 0,4**

K_3 - fração do azoto orgânico mineralizado durante o ano que se estima ficar disponível durante o período vegetativo da cultura (assume-se que é cerca de 2/3)

N_{org} - azoto orgânico [$N_t - (N_{\text{nit}} + N_{\text{am}})$], expresso em kg N/t ms de lama

Aplicação de lamas de ETAR na agricultura

- Em zonas vulneráveis à poluição por nitratos não se pode aplicar mais do que **170 kg de N/ha/ano**, assim pode aplicar-se **Q** t/ha de lama:

$$Q = 170 / (N_t \times M)$$

N_t - azoto total kg/t matéria seca (ms) na lama a aplicar;

M – teor de matéria seca da lama (em percentagem expressa como fração, por exemplo a lama digerida terá

Aplicação de lamas de ETAR na agricultura

Caso Prático

- Considere uma parcela de terreno com solo de textura média, onde se pretende cultivar milho
- Na região funciona uma ETAR que se propõe a fornecer lamas, que foram sujeitas ao processo de **digestão anaeróbia seguido de desidratação**, com a seguinte composição:

Matéria seca	26,9%
Matéria orgânica	57,8 %
pH	8,3
Azoto total	4,6 %
Azoto nítrico	0,1 %
Azoto amoniacal	0,8 %
Zinco	1140 ppm

Aplicação de lamas de ETAR na agricultura

Caso Prático

- A análise do solo da parcela em questão é:

Matéria orgânica	1,8 %
pH (H ₂ O)	6,5
Azoto total	0,07 %
Azoto mineral	10 ppm
Azoto amoniacal	0,8 %
Zinco	50 ppm

- ▶ Sabendo que a fertilização recomendada, em função da análise do solo e da produção esperada, é de 300 kg de N/ha. **Qual a quantidade de lama a aplicar (t/ha)?**

Aplicação de lamas de ETAR na agricultura

Caso Prático

O azoto disponível para a cultura (N_d) é dado por:

$$N_d = N_{nit} + k_1 \times N_{am} + k_2 \times k_3 \times N_{org}$$

Tendo em conta a caracterização da lama, temos que:

N_{nit} - 1kg/t ms) da lama a aplicar

K_1 - 0,5

N_{am} - 8 kg de N/t ms de lama

K_2 - 0,3 (valor médio)

K_3 - assume-se que 2/3 fração do azoto orgânico mineralizado durante o ano fica disponível durante o período vegetativo da cultura

N_{org} - azoto orgânico [$N_t - (N_{nit} + N_{am})$] = 46 - (1 + 8) = 37kg N/t ms de lama

Aplicação de lamas de ETAR na agricultura

Caso Prático

Teremos então:

$$N_d = 1 + 0,5 \times 8 + 0,3 \times \frac{2}{3} \times 37 = \mathbf{12,4 \text{ kg de N/t ms}}$$

- Se a lama for a única fonte de azoto e tendo em conta a sua matéria seca, para termos 300 kg de N/ha teremos que aplicar cerca de **90 t lama/ha**

Aplicação de lamas de ETAR na agricultura

Caso Prático

Metais pesados

- Tendo em conta a legislação vigente e a caracterização da lama em termos de metais pesados, pode determinar-se qual o metal que limita a quantidade de lama aplicar.
- Por exemplo, o VL para o zinco é de 30 kg/ha/ano se a sua concentração na lama for de 1140 ppm de ms a quantidade máxima que se pode aplicar de lama é **26,3 t/ha (ms)**

Óxidos de azoto: NO_x

- **Os óxidos de azoto incluem:**
- NO – óxido nítrico
- NO_2 – dióxido de azoto
- NO_3 - trióxido de azoto
- N_2O - óxido nitroso
- N_2O_5 – pentóxido de azoto

- **Assim como as respectivos ácidos:**
- HNO_2 – ácido nitroso
- HNO_3 - ácido nítrico

Óxidos de azoto: NO_x

- Os NO_x produzem-se devido à queima dos combustíveis fósseis: gasolina, carvão, madeira e gás natural;
- Os denominados «NO_x dos carburantes» resultam da **oxidação** do azoto contido nestes produtos pela acção do oxigénio;
- A maioria das emissões de NO_x encontra-se na forma de NO que rapidamente se oxida a NO₂ em presença de O₂ ou O₃ de acordo com as seguintes reacções:



Óxidos de azoto: NO_x

- O NO₂ é mais pesado do que o ar e mais solúvel em água. O NO₂ pode dissociar-se em NO ou oxidar-se a HNO₃ ou HNO₂ segundo as seguintes reacções:



- ▶ O NO₂ pode reagir com compostos orgânicos produzindo nitrato de peroxiacetilo (PAN, Peroxyacetyl Nitrate): PAN (H₃C-CO – O – O – NO₂)
- ▶ O PAN é um gás lacrimogéneo (produtor de lágrimas) forte e causa dificuldades respiratórias.

Óxidos de azoto: NO_x

- Também pode reagir com hidrocarbonetos (HC) na presença da radiação solar para produção por «smog»:

HC + NO_x + radiação solar = nuvem fotoquímica = «*smog*»

Óxido nitroso: N₂O

- O óxido nitroso (N₂O) absorve a radiação térmica no mesmo comprimento de onda que o metano, aproximadamente 7,6 μm.
- Produz-se durante o ciclo do azoto mediante a nitrificação: de NH₄⁺ a N₂ e N₂O.
- O seu tempo de residência é de aproximadamente 150 anos é cerca de 200 vezes mais potente que CO₂ como gás com efeito de estufa.
- As quantidades de N₂O produzidas são insignificantes em comparação com as emissões de CO₂, e aparecem nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR), indústrias e nos gases de combustão.

Alterações climáticas: Gases com efeito de estufa

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Clorofluorcarbonetos: CFC
- Metano: CH_4
- O metano é um gás que se gera na natureza em condições anaeróbias. O processo tem lugar em lagos, campos de arroz, pecuárias e na produção e consumo dos combustíveis fósseis. Tal como os CFC, o CH_4 podem ter um tempo de residência de cerca de 10 anos, depois do qual pode oxidar-se pela ação de radicais OH. O CH_4 absorve no comprimento de onda numa banda entre 3,2 e 7,6 μm .