

Os Biossólidos Podem Combater a Desertificação e Impulsionar a Economia Circular

Julieta Moreira da Silva ^{a,}, Paula Vale Fernandes ^a*

^a Águas do Norte S.A., Rua Dom Pedro de Castro, n.º 1A - 5000-669 Vila Real, Portugal

RESUMO

As Estações de Tratamento de Água Residual (ETAR), têm como principal objetivo a remoção de componentes indesejáveis presentes nas águas residuais, originado subprodutos, como os biossólidos (lamas ricas em matéria orgânica e nutrientes, que podem ser reutilizadas após processos adequados de estabilização). A sua valorização agrícola ou em recuperação de solos degradados, são importantes alternativas à gestão eficaz de biossólidos, compatível com as diretrizes ambientais da legislação comunitária e nacional, minimizando o enchimento de aterros com materiais orgânicos ricos em nutrientes. Neste contexto a Águas do Norte (AdNorte) em consórcio com o Município de Alfândega da Fé e respetivas juntas de freguesia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Resíduos do Nordeste (RdN) desenvolveu o projeto “GREENValue”, com o objetivo de testar e validar a aplicação de biossólidos como fertilizantes em áreas florestais em risco de desertificação, de forma a promover a recuperação de solos, mitigar o processo de desertificação e promover uma economia circular.

Palavras-Chave: Biossólidos, fertilizante, Plano Gestão de Lamas, ETAR, desertificação

doi: 10.22181/aer.2025.0206

* Autor para correspondência
E-mail: Julieta.silva@adp.pt

Biosolids Can Combat Desertification and Boost the Circular Economy

Julietta Moreira da Silva ^{a,}, Paula Vale Fernandes ^a*

^a Águas do Norte S.A., Rua Dom Pedro de Castro, n.º 1A - 5000-669 Vila Real, Portugal

ABSTRACT

Wastewater Treatment Plants (WWTPs) aim primarily to remove undesirable components from wastewater, generating by-products such as biosolids (sludge rich in organic matter and nutrients that can be reused after appropriate stabilization processes). Their agricultural valorization or use in the recovery of degraded soils are important alternatives for the effective management of biosolids, aligned with environmental guidelines from both national and EU legislation, while minimizing landfill disposal of nutrient-rich organic materials. In this context, Águas do Norte (AdNorte), in partnership with the Municipality of Alfândega da Fé and its parish councils, the University of Trás-os-Montes and Alto Douro (UTAD), and Resíduos do Nordeste (RdN), developed the project “GREENValue”, aiming to test and validate the application of biosolids as fertilizers in forest areas at risk of desertification, in order to support soil recovery, mitigate desertification processes, and promote a circular economy.

Keywords: Biosolids, fertilizer, Sludge Management Plan; WWTP, desertification

doi: 10.22181/aer.2025.0206

* Corresponding author
E-mail: Julietta.silva@adp.pt

1 INTRODUÇÃO

A gestão de lamas encontra-se, a passar por uma transformação significativa, quer por força das ambições levantadas pelo Pacto Ecológico Europeu (PEE), mas também em resposta a desafios que se colocam à União Europeia (UE) e Estados Membro, sobretudo aos que, como Portugal, se encontram em zonas geográficas em que o impacto das alterações climáticas mais se fará sentir, sobretudo em componentes ambientais fundamentais como o solo e a água (Gestão de Lamas de ETAR Urbanas 2030 Estratégia Nacional, 2021).

O aumento da produção de lamas de depuração provenientes de ETAR tem acentuado a necessidade de garantir um destino final adequado, sustentável e o mais circular possível, devolvendo ao ambiente a matéria orgânica e os nutrientes que cada vez mais se concentram nas lamas devido à crescente eficácia dos tratamentos implementados para as águas residuais. (Gestão de Lamas de ETAR Urbanas 2030 Estratégia Nacional, 2021).

As Estações de Tratamento de Água Residual (ETAR), no normal exercício das suas funções removem carga de matéria orgânica e nutrientes como o azoto, fósforo e potássio das águas residuais, originando como subproduto as lamas de depuração, provenientes da biomassa em excesso que se forma durante o processo.

Em conformidade com a Estratégia Nacional de gestão de lamas de ETAR, com um horizonte temporal até 2030, no qual define um conjunto de objetivos e de medidas tendentes à prevenção e a uma melhor gestão das lamas que resultam do tratamento de águas residuais urbanas e alinhadas com a maximização da circularidade de recursos (Gestão de Lamas de ETAR Urbanas 2030 Estratégia Nacional, 2021).

Os bio sólidos (lamas tratadas produzidos nas ETAR), são caracterizadas pela sua riqueza em nutrientes, nomeadamente azoto, fósforo e matéria orgânica, constituindo assim uma solução privilegiada, particularmente nos solos portugueses, deficitários em matéria orgânica.

Cerca de 40% dos 2 a 3 milhões de toneladas de lamas produzidas anualmente na UE (17 kg/ha) são aplicadas em terrenos agrícolas. A outra parte é incinerada (27%), compostada (cerca de 10%) ou depositada em aterro (atualmente estimado em 11% e em fase de eliminação). A utilização de lamas na agricultura continua a ser a principal via para a gestão de lamas na UE, permitindo reduzir a eliminação de lamas de depuração através de aterro, ao mesmo tempo que atua como fertilizante, o que também melhora ainda mais as propriedades do solo (European Commission, 2023).

Assim, a correta aplicação de bio sólidos nos solos pode levar à diminuição da quantidade de fertilizantes inorgânicos aplicados. Para além de ajudar na correção do pH de solos ácidos e melhorando a capacidade de retenção de água no solo.

Com a legislação implementada, são fixados limites de qualidade exigentes, com o intuito de elevar os padrões de qualidade deste subproduto, permitindo um natural aumento de confiança o que as torna excelentes fertilizantes.

2 OBJETIVOS

Os produtores têm recorrido quase integralmente à prestação de serviços externos por Operadores de Tratamento de Resíduos (OTR) para a gestão (transporte e tratamento). Esta opção, para além de dificultar uma relação direta entre o produtor e o utilizador final dos resíduos, pode desincentivar o produtor na procura de soluções de valorização (interna ou externa) dos seus resíduos (Gestão de Lamas de ETAR Urbanas 2030 Estratégia Nacional, 2021).

Tem-se verificado que os custos associados à gestão das lamas têm sofrido um incremento nos últimos anos, o que poderá ficar a dever-se a várias circunstâncias, nomeadamente uma melhor aplicação da lei por parte dos intervenientes na procura de soluções mais adequadas e por isso mais onerosas (...), número reduzido de operadores a fornecer os serviços de tratamento deste fluxo (Gestão de Lamas de ETAR Urbanas 2030 Estratégia Nacional, 2021).

A Águas do Norte (AdNorte), motivada pela preservação ambiental, pretende ter uma estratégia otimizada na gestão desses subprodutos e nesse sentido tem alguns projetos em curso, um dos quais foi em consórcio com Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Resíduos do Nordeste e quatro organismos da administração pública – o Município de Alfândega da Fé e as Uniões de Freguesia de Pombal e Vales, de Gebelim e Soeima e de Ferradosa e Sendim da Serra, o projeto “GREENValue, consistiu em investigar e desenvolver soluções para mitigar a desertificação de áreas ecológicas de natureza florestal nomeadamente em Alfândega da Fé, testando a introdução de várias espécies arbóreas nos planos de arborização, com a implementação de biossólidos de ETAR.

Pretendeu-se assim validar a aplicação florestal destes subprodutos, enquanto fertilizantes, através da valorização agrícola direta e valorização indireta por compostagem de forma a mitigar o processo de desertificação de solos e promover uma economia circular, através de um restauro de um conjunto de áreas classificadas como semiáridas e sub-húmidas. (AdNorte, 2023)

Para ser possível a incorporação de biossólidos de ETAR por valorização direta nas áreas de intervenção foi necessária a elaboração de um Plano de Gestão de Lamas (PGL) que foi aprovado pelas entidades competentes (DRAP, CCDR, ARH), que é um documento onde se estabelecem os critérios e estratégias para a correta gestão dos biossólidos, de forma autorizada, e onde tem de estar evidenciada a aptidão desses solos para a valorização.

3 CONCRETIZAÇÃO DO PROJETO

Um dos grandes desafios na implementação do projeto, foi garantir o cumprimento dos requisitos legais para a valorização das lamas de ETAR, o que implicou a elaboração e aprovação prévia de um Plano de Gestão de Lamas (PGL), conforme exigido pela legislação em vigor. Este processo exigiu um intenso trabalho técnico e científico, de demonstração da viabilidade.

Do ponto de vista logístico, a gestão do transporte e aplicação dos subprodutos em áreas remotas e com acessibilidades condicionadas exigiu uma coordenação rigorosa.

A elaboração do Plano de Gestão de Lamas envolveu a identificação e caracterização das ETAR produtoras e dos seus biossólidos, bem como das áreas de aplicação. Foram avaliadas restrições legais, definidas medidas de contingência e calculadas as quantidades aplicáveis por parcela, elaborando-se as declarações de planeamento de operações (DPO).

3.1 Identificação das Infraestruturas de origem dos Biossólidos

As ETAR são essenciais no tratamento de águas residuais, desempenhando um papel fundamental na remoção da carga orgânica e na produção de água tratada de qualidade, visando a preservação do meio ambiente e a proteção da saúde pública.

No âmbito do PGL deste projeto, as lamas aplicadas tiverem origem na ETAR de Ponte da Baia, cuja sequência de operações de tratamento está descrita no Quadro 1.

Quadro 1. Caracterização da infraestrutura de origem das lamas

Caracterização dos processos de tratamento das infraestruturas de origem das lamas					
Entidade Gestora	Infraestrutura de origem	ETAR - Nível de tratamento	Processo de Tratamento (fase líquida)	Processo de Tratamento (fase sólida)	Modo de acondicionamento das lamas
Águas do Norte	ETAR Ponte da Baía	Terciário (remoção de N e/ou P + desinfecção)	Lamas ativadas (vala de oxidação), remoção de N e/ou P + desinfecção	Digestão Anaeróbia + Espessamento Tambor + Desidratação Mecânica (Centrífuga)	Silo 50 m ³

O tratamento da fase sólida começa com o espessamento das lamas, seguido de uma digestão anaeróbia operado em alta carga, em regime mesófilo (35°C). Após digestão, as lamas são desidratadas em centrífugas e armazenadas em silos.

No sentido de se proceder à higienização das lamas, existe um sistema de dosagem de óxido de cálcio, que consiste na adição da quantidade necessária deste reagente às lamas desidratadas de forma que o pH se eleve até 12,5 durante 12 a 24 horas e que se atinja durante o processo temperaturas superiores a 50 °C. Nestas condições de pH e temperatura elevados, é criado um ambiente desfavorável à sobrevivência dos microrganismos.

O sistema de dosagem de cal viva é composto por um silo de 20 m³ (Figura 1) e dois parafusos doseadores com uma capacidade máxima de 300 kg/h.

A dosagem de cal viva é realizada de forma proporcional ao caudal de extração da bomba de mistura. Para esse efeito os parafusos doseadores de cal são igualmente equipados com variadores de frequência (Casais, 2010).



Figura 1. Silo de armazenamento de lamas, silo de armazenamento de óxido de cálcio e sistema de dosagem de óxido de cálcio

3.2 Caracterização dos Biossólidos

Com a legislação existente, são fixados limites de qualidade exigentes, com o intuito de elevar os padrões de qualidade deste subproduto.

O elevado teor de matéria orgânica, permite melhorar as propriedades físicas dos solos, mais concretamente a sua estrutura, a sua capacidade de retenção de água, reduzindo o potencial de escoamento superficial e, assim, diminuindo a erosão por ele provocada.

Permite também a manutenção do equilíbrio ar/água e a viabilização de processos de mineralização que libertam, de forma gradual, nutrientes essenciais para as culturas (azoto, fósforo e potássio), permitindo o enriquecimento dos solos essencial para o crescimento das plantas e revertendo o empobrecimento progressivo atual dos solos (AdNorte,2023).

Os biossólidos da ETAR de Ponte da Baía apresentam um elevado valor fertilizante, com teores de matéria orgânica e nutrientes elevados, conforme Quadro 2.

Quadro 2. Caracterização analítica dos biossólidos produzidos na infraestrutura de origem (AdNorte, 2023)

Parâmetros analisados nas Lamas destinadas à valorização direta (Decreto-Lei n.º 276/2009) - ETAR Ponte da Baía					
Parâmetros Agronômicos			Metais Pesados		Valores Limites
Matéria Orgânica (% ms)	49,8%		Cádmio (mg/kg ms)	0,58	20
pH (Escala Sorensen)	11,7		Cobre (mg/kg ms)	139	1000
Azoto total (NT) (mg/Kg ms)	31000		Níquel (mg/kg ms)	44,6	300
Azoto Nítrico (mg/Kg ms)	<7,5		Chumbo (mg/kg ms)	15	750
Azoto Amoniacal (mg/Kg ms)	1900		Zinco (mg/kg ms)	328	2500
Fósforo Total (mg/Kg ms)	7500		Mercúrio (mg/kg ms)	0,3	16
PotássioTotal (mg/Kg ms)	4100		Crómio (mg/kg ms)	48,4	1000
Magnésio Total (mg/Kg ms)	3800		Compostos Orgânicos		Valores Limites
Cálcio Total (mg/Kg ms)	150000		LAS (alquilo benzenossulfonatos lineares) (mg/kg)	1500	5000
			NPE (nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados) (mg/Kg)	<40 (l.q)	450
Parâmetros Microbiológicos		Valores Limites	PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) (mg/Kg)	5,5	6
Salmonella Spp (Presente/ausente em 50 g de matéria original)	Ausente	Ausente em 50g de material original	PCB (compostos bifenilos policlorados) (mg/Kg)	<0,021	0,8
Escherichia coli (CFU/g) (Número de células viáveis/ g de matéria original)	<10	<1000 células/g de matéria fresca	PCDD (policlorodibenzo-dioxinas) (100 ng TEQ Kg)	0,013	100
			PCDF (furanos) (100 ng TEQ Kg)		

3.3 Caracterização dos Perímetros de Intervenção

Entende-se por Perímetro de Intervenção a área de intervenção com um possível interesse para a aplicação de lamas no solo, integrada na área de jurisdição de uma Direção Regional de Agricultura e Pescas (DRAP). (Decreto de Lei n.º 276/2009 de 2 de outubro).

No âmbito do Plano de Gestão de Lamas é previamente necessária a realização de análises ao solo dos perímetros de intervenção em conformidade com os parâmetros

definidos no Decreto-Lei 276/2009, antes de se proceder à valorização direta, a fim de garantir uma gestão adequada dos nutrientes e a proteção do meio ambiente.

Os perímetros de intervenção têm de ser caracterizados no PGL sob o ponto de vista climático, fundiário, do solo e dos sistemas de culturas existentes.

O conhecimento das características físico-químicas do solo e das necessidades nutricionais da cultura, permite calcular a quantidade ideal de biofósforos a aplicar, para satisfazer um desenvolvimento e crescimento saudável da cultura.

3.4 Identificação das Principais Restrições existentes nos Perímetros de Intervenção

De forma a dar cumprimento a uma das exigências na elaboração do PGL, foi necessária a identificação das áreas aptas para a valorização direta, recorrendo a um software de mapeamento espacial, que permitiu uma análise geoespacial detalhada, através da sobreposição das diversas camadas de informação, possibilitando avaliar as principais restrições nos perímetros de intervenção.

Foram carregadas nesse software as camadas de cartas ligadas ao meio natural e às atividades humanas, nomeadamente zonas sensíveis, zonas vulneráveis, captações, linhas e cursos de água, albufeiras, açudes, IQFP (Índice de Qualificação Fisiográfica da Parcela), habitações e aglomerados populacionais, áreas inseridas em Reserva Ecológica Nacional, existência de acesso às parcelas, entre outras camadas, que nos forneceram informações sobre as áreas protegidas e restrições ambientais a ser consideradas na identificação das áreas aptas para valorização de biofósforos.

Com a sobreposição das camadas relativas às parcelas e às restrições ambientais, foi possível identificar as áreas que estão em conformidade com os requisitos necessários para a aplicação dos biofósforos, determinando assim as áreas aptas para valorização.

No âmbito do projeto, no que diz respeito a linhas de água, verificou-se a sua existência em duas parcelas, sendo que uma faixa de terreno de dez metros da área de aplicação de biofósforos, foi devidamente excluída (Figura 2).

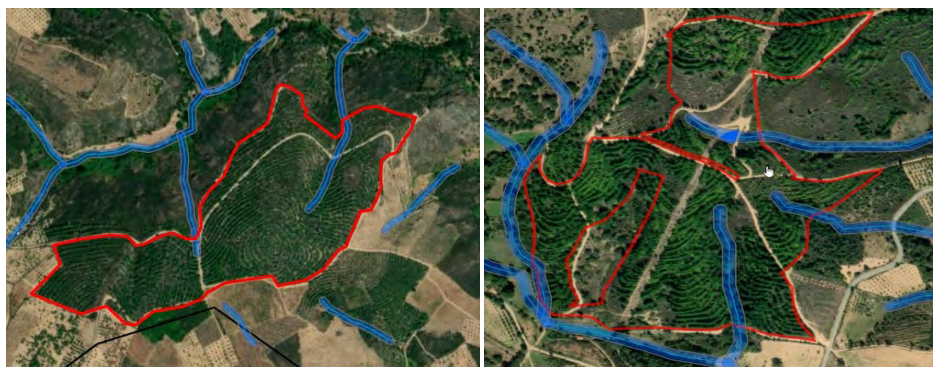


Figura 2. Restrições dos Parcelários (Fôjo e Urrêta) - Linhas e cursos de Água

A presença de aglomerados populacionais impõe restrições na aplicação de biofósforos em terrenos, devido à necessidade de proteger a saúde pública e o bem-estar das comunidades próximas.

No caso de existência de aglomerados populacionais, escolas ou zonas de interesse público, é proibida a aplicação de biofósforos numa faixa de proteção de 200 m.

Verificou-se a existência de aglomerados numa das parcelas, sendo que uma faixa de proteção de 200 m, foi devidamente excluída da área de aplicação de biofósforos (Figura 3). Relativamente à interferência com sistemas de REN e respetivas condicionantes, verificaram-se restrições REN, nomeadamente a existência de áreas de risco de erosão e

áreas de abrangência por cabeceiras de linhas de água (Figura 3), tendo sido essas áreas devidamente excluídas da área de aplicação de biossólidos (AdNorte,2023).

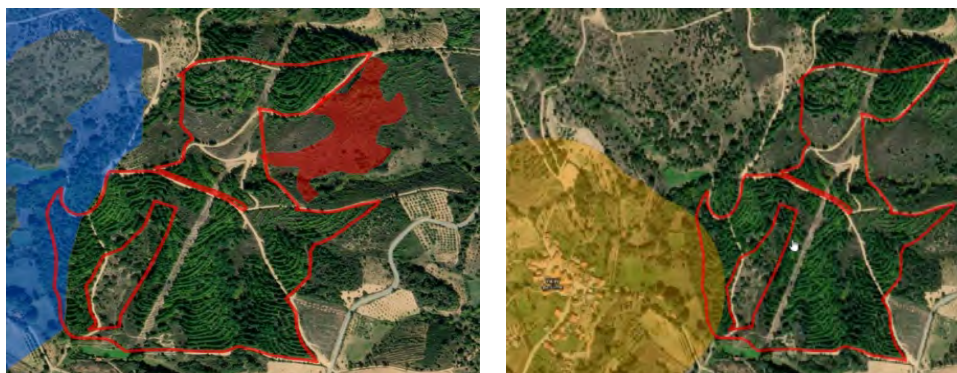


Figura 3. Restrições do Parcelário Urrêta – Aglomerados Popacionais e REN (áreas de risco de erosão, cabeceiras e linhas de água)

3.5 Descrição da organização das Operações de Valorização Direta

As zonas restritas dos terrenos onde a aplicação de biossólidos não é permitida em conformidade com o PGL, são previamente delimitadas recorrendo ao uso de estacas e fitas sinalizadoras.

Previamente à aplicação de biossólidos em solos para valorização direta, foi necessário determinar a fertilização mais adequada e as quantidades a aplicar, tendo em conta o contributo de todas as fontes de nutrientes, para que não se fertilizasse em excesso.

A dose a aplicar é estabelecida com base nos resultados das análises ao solo, da composição dos biossólidos e na produção esperada da cultura.

O conhecimento das exigências nutricionais específicas de cada cultura, permite calcular com rigor a quantidade de biossólidos a aplicar. Esta aplicação deve ocorrer apenas nos períodos permitidos por lei, utilizando máquinas e métodos adequados, e recorrendo a entidades devidamente qualificadas para o correto desenvolvimento dos trabalhos.

As metodologias de restauro ecológico, foram precedidas por uma preparação adequada do terreno, tendo os biossólidos sido aplicados em duas fases:

Numa primeira fase ocorreu o Espalhamento/Distribuição dos biossólidos pelo terreno, que foi efetuado logo após a receção destes na parcela, utilizando uma pá carregadora (Figura 5), embora possam ser utilizados outros equipamentos.

Numa segunda fase ocorreu a Incorporação dos biossólidos, efetuada após estes estarem espalhadas à superfície do terreno, com recurso a um escarificador (Figura 5) que realizou a operação de mobilização e revolvimento do solo a fertilizar.



Figura 5. Camião na descarga dos Biossólidos, Pá carregadora e Escarificador, utilizados para a execução do processo de espalhamento e incorporação de biossólidos (AdNorte, 2023)

A seleção das espécies arbóreas, bem como a sua distribuição, tiveram em consideração critérios de adaptabilidade às condições edafoclimáticas das áreas a intervir, tendo-se

dado prioridade a espécies autóctones com elevada capacidade de resiliência e resistência à seca.

Foi escolhida uma espécie de resinosas da Família das Pinaceae (*Pinus pinea*) e 2 espécies de folhosas da Família das Fagaceae (*Quercus rotundifolia* e *Quercus suber*), com características adequadas a ecossistemas como os da área de intervenção de Alfândega da Fé, que foram distribuídas em função das condições específicas de cada uma das áreas a intervencionar.

4 RESULTADOS

O projeto GREENValue permitiu restaurar cerca de 60 hectares de solos degradados em Alfândega da Fé, numa região vulnerável à desertificação. Embora ainda numa fase inicial, as áreas intervencionadas já revelam sinais positivos de recuperação, com aumento da vegetação e da biodiversidade. Através da aplicação controlada de biossólidos, o projeto promoveu práticas sustentáveis, alinhadas com os princípios da economia circular e da preservação ambiental.

O conhecimento adquirido neste projeto servirá de base para futuras réplicas de abordagem, ao mesmo tempo, que reforça o nosso compromisso em continuar a apostar em práticas sustentáveis.

Como continuidade estratégica deste percurso, na AdNorte está a desenvolver iniciativas relevantes. Uma delas é a construção de uma central de compostagem que permitirá a valorização das lamas da ETAR do Cachão, num composto fertilizante estabilizado, recorrendo a materiais estruturantes oriundos de resíduos da poda agrícola.

A outra iniciativa consiste na introdução de um processo de hidrólise térmica na ETAR de Serzedelo, uma tecnologia que submete as lamas a elevadas temperaturas e pressões, promovendo a sua desagregação, potenciando a eficiência energética do processo de digestão anaeróbia e a redução do volume final de lamas produzidas.

Estas ações, evidenciam um compromisso firme na circularidade como pilares de uma gestão responsável e orientada para o futuro.

REFERÊNCIAS

AdNorte (2023). Plano de Gestão de Lamas n.º11 da Região Norte

Casais (2010). ETAR de Ponte da Baia - Projeto de Execução

Decreto de Lei n.º 276/2009 de 2 de Outubro. Diário da República, 1.ª série – N.º192

European Commission, 2023. Commission Staff Working Document Evaluation. Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Brussels, 22.5.2023

Gestão de Lamas de ETAR Urbanas 2030, Estratégia Nacional, 12, 2021