

Valorização de Lamas de ETAR na Economia Circular: Desafios e Oportunidades

Valorisation of Sludge of wastewater treatment plant in the Circular Economy: Challenges and Opportunities

Cátia Mendonça Lopes^a, Paulo Ramísio^b, Lígia M. Costa Pinto^c

^a Aluna de Mestrado, Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho, Braga, Portugal (E-mail: katiamendlopes@hotmail.com)

^b CTAC, Escola de Engenharia, Universidade do Minho (E-mail: pramisio@civil.uminho.pt)

^c NIPE, Escola de Economia e Gestão, Universidade do Minho (E-mail: pintol@eeg.uminho.pt)

RESUMO

Da fase sólida do processo de tratamento das águas residuais resultam resíduos, parcialmente desidratados, designados por lamas. Estas, na sua maior parte com origem em reatores biológicos, representavam em 2015 cerca de 64% do universo total de lamas produzidas em Portugal. Dada a elevada percentagem deste subproduto, torna-se relevante trabalhar para a contribuição do estudo da circularidade neste setor. Nesse sentido, serão analisadas as diferentes áreas de valorização, tais como, a compostagem, a incineração, a reutilização nos setores agrícola, florestal e da construção civil. Desta forma, conseguiremos impulsionar a circularidade nas lamas, o que lhes trará mais valor relativamente ao uso atual. Ainda neste contexto, será analisada a implementação da economia circular quando feito o aproveitamento das lamas para a produção de energia, o que nos permite estimar o valor potencialmente gerado pelo aproveitamento energético em ETARs.

Palavras Chave – Economia Circular, Lamas, Valorização, Energia.

ABSTRACT

The solid phase of the wastewater treatment process results in partially dehydrated waste, called sludge. These are predominantly derived from biological reactors, and represented around 64% of the total sludge produced in Portugal in 2015. Given the high percentage of this by-product, it is relevant to work for the contribution of the study of circularity in this sector. In this sense, the different areas of recovery will be analysed, such as composting, incineration, reuse in the agricultural, forestry and construction sectors. In this way, we will be able to promote the circularity in the sludge, which will bring them more value in relation to the current use. Also in this context, the implementation of the circular economy will be analysed when the sludge is used for the production of energy, which allows us to estimate the potentially value generated by the energy utilization in wastewater treatment plants.

Keywords – Circular Economy, Sludge, Appreciation, Energy.

1 INTRODUÇÃO

Os atuais níveis de consumo, associados ao forte crescimento industrial, e populacional, têm gerado o aumento da produção de resíduos, o que contribui para a degradação ambiental (Genovese et al., 2017). Dadas as circunstâncias, e consequente pressão nos recursos naturais, é importante pensar na questão da escassez dos mesmos e na consequente incerteza ao

nível dos preços (European Commission, 2015). É neste contexto que devem ser criadas estratégias que promovam um desenvolvimento sustentável, ao contrário do modelo económico vigente, associado a uma economia linear de produção-uso-descarte.

O paradigma da economia circular surge, neste contexto, como uma alternativa ao modelo atual. O novo modelo propõe uma abordagem para a gestão dos recursos, que exige mudanças ao longo das cadeias de valor, novas formas de transformar resíduos em recursos, e novos modos de comportamentos de consumo. Assim, a sua implementação implica mudanças significativas nos processos quer de consumo quer de produção (Pinto *et al.*, 2017).

No âmbito da economia circular foi desenvolvido um plano em Portugal chamado de Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR). Este introduziu dois objetivos estratégicos para a gestão de resíduos durante o período de 2011-2020. Esses objetivos passam pela promoção de eficiência da utilização de recursos naturais na economia, fazendo com que os bens que deixam de ter utilidade para alguns consumidores, passem a integrar outro processo produtivo, fechando-se assim um ciclo, e pela minimização dos impactos adversos resultantes da produção e gestão de resíduos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Dado que os principais objetivos do PNGR passam pela promoção do desenvolvimento sustentável, a nível económico e ambiental, torna-se fundamental a caracterização do conceito da economia circular na área industrial. O presente artigo propõe a análise da aplicabilidade do conceito da economia circular ao setor das águas residuais. As águas residuais são tratadas nas Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), com o objetivo de remover a carga poluente para níveis ambientalmente aceitáveis antes de as devolver ao meio natural. Deste processo resultam resíduos parcialmente desidratados, denominados por lamas biológicas. Este subproduto é rico em matéria orgânica, e em nutrientes (maioritariamente Azoto e Fósforo), apresentando também, uma baixa concentração de contaminantes (metais pesados), posto isto, suspeita-se da possibilidade da criação de um produto com grande valor acrescentado relativamente ao destino mais comum atualmente, o aterro.

2 ÁREAS DE VALORIZAÇÃO DAS LAMAS

Uma das questões centrais deste estudo é a de analisar as diferentes aplicações das lamas, para ser possível a implementação da economia circular.

Nesse sentido, segundo a Entidade Reguladora (ERSAR, 2016), a opção preferencial para a valorização das lamas passa pela agricultura, dado que este destino tem menores custos associados à sua deposição, tendo claras vantagens na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, dada a riqueza em certos nutrientes.

Existe, no entanto, outra alternativa, o aterro, opção que implica custos elevados de deposição e contribui para o esgotamento da capacidade dessas infraestruturas.

Ainda neste âmbito da valorização, existe outra alternativa, a compostagem, que é um processo biológico através do qual a matéria orgânica é decomposta por microrganismos existentes nos próprios resíduos ao longo de várias fases, onde o composto é o produto final deste processo (Tavares, 2014). Portanto, a compostagem de lamas é um dos processos de tratamento utilizados para transformar as lamas num produto final de elevado valor agronómico e comercializável, fácil de manusear, armazenar e empregar (Cabrera *et al.*, 1997; Florindo, 2009). A aplicação pode ser feita em solos destinados a culturas alimentares, pastagens e jardins, o que vem resolver a questão da deposição final em aterro e dos problemas ambientais inerentes (Barbosa, 2008; Guerrini *et al.*, 2017; US EPA, 2002).

Existem outros métodos de valorização, como por exemplo, a indústria da construção civil. Esta indústria tem vindo a ganhar importância devido ao desenvolvimento sustentável acompanhado pelas melhorias dos indicadores económicos, sociais e ambientais, que chamam à atenção para este setor (Ortiz *et al.*, 2009).

A incorporação de lamas como matéria prima na indústria da construção civil tem sido feita de forma direta ou através de cinzas de incineração, para a fabricação de materiais, tais como: a produção de tijolos de argila, azulejos, cimento, mas também como um componente na síntese de matérias leves, cerâmica, vidro e construção de estradas (Smol *et al.*, 2015). Esta alternativa tem-se mostrado viável e interessante devido à elevada taxa de utilização de materiais de cerâmica no setor de construção e o facto de esta utilização implicar uma menor extração de matéria-prima natural, como areia, rocha, o que vem minimizar também os custos que tal acarreta. No entanto, reúne alguns problemas ambientais e alguns preconceitos por parte dos utilizadores (Cusidó & Cremades, 2012). Contudo, Cusidó e Cremades, (2012), indicam sobre a realização de testes a vários materiais e ficou provado que os tijolos feitos com as lamas são mais leves, têm propriedades isolantes acústicas e térmicas melhores que os tijolos de argila convencionais.

Outra opção para o destino final das lamas passa pela incineração das mesmas. O objetivo é a queima dos componentes orgânicos das lamas, de modo que os gases e cinzas resultantes sejam relativamente inertes. Este método consiste também na diminuição do teor de humidade das lamas por adição de calor através do qual é possível atingir um produto quase sólido com cerca de 75 % a 95 % de matéria seca, de textura geralmente granular, adequado a vários destinos (Tavares, 2014).

Este método constitui uma opção válida para a eliminação das lamas principalmente em casos específicos de grandes áreas urbanas, onde as distâncias para locais de deposição das lamas tornam o seu transporte muito dispendioso (Garrido-Baserba *et al.*, 2015; Andreoli *et al.*, 2007). Para além dos custos associados, este processo gera também a perda de matéria orgânica e nutrientes, libertação de gases nocivos para a atmosfera, não esquecendo da quantidade de resíduos sólidos sobranes (Foladori *et al.*, 2010; Andreoli *et al.*, 2007).

O facto de o aproveitamento energético gerado pela queima das lamas não ter uma gestão eficiente, é visto com uma desvantagem associada à incineração. Isto porque as lamas têm capacidade e potencial como matéria fertilizante, ou corretivo agrícola, direta ou indiretamente. E é dado como processo prioritário de valorização, quando as lamas podem ser valorizadas ao abrigo da hierarquia de resíduos, privilegiando a ausência de tratamento prévio, por representar um impacto económico e ambiental mais reduzido quando comparado com a incineração (Tavares, 2014).

De todos os possíveis aproveitamentos, a digestão anaeróbia para aproveitamento de biogás e outros produtos é apresentada como a mais favorável. Contudo, e apesar da solução tecnológica estar disponível e madura, a sua aplicação no setor das águas residuais em Portugal é marginal, o que potencialmente representa uma significativa perda de recursos. O que de seguida se apresenta é uma estimativa do valor perdido anualmente pela não exploração integral desta possibilidade. Utiliza-se para o efeito os dados produzidos pela ERSAR relativamente ao ano de 2016.

3 MODELO

3.1 Produção de Energia e a Economia Circular

Seguindo o guia técnico da 3ª geração da ERSAR, o total de lamas produzido pelas entidades pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Total lamas} = 0.08 \cdot \text{dar65ab} + 0.18 \cdot \text{dar66ab}$$

dAR65ab – Lamas líquidas ou espessadas escoadas das instalações de tratamento (t/ano)
dAR66ab – Lamas desidratadas escoadas das instalações de tratamento (t/ano).

Estratificando a quantidade de lamas produzidas pelas entidades em alta e em baixa por tipologia e dimensão de área de intervenção, pode verificar-se nas tabelas 1 e 2 que maioritariamente as lamas são produzidas em áreas com mais de 20000 alojamentos com serviço efectivo, sendo no caso de entidades em baixa, áreas predominantemente urbanas, e nas entidades em alta, áreas medianamente urbanas. Assim, por ano foram produzidas 186518 toneladas de lamas, sendo 121574 ton/ano produzidas por entidades em baixa, e 64944 por entidades em alta.

Tabela 1 - Quantidade de lamas produzidas por dimensão e tipologia de área (Baixa)

Entidades BAIXA	Total de Lamas (ton/ano)			
Número de alojamentos com serviço efectivo	Medianamente urbana	Predominantemente rural	Predominantemente urbana	Total
menos 5000	0	233		233
5000-10000	265	3247		3512
1000-20000	1677	412		2089
Mais 20000	4420	74	111246	115740
	6362	3966	111246	121574

Fonte: ERSAR (2016)

Tabela 2 - Quantidade de lamas produzidas por dimensão e tipologia de área (Alta)

Entidades em Alta	Total de Lamas (ton/ano)			
Número de alojamentos com serviço efectivo	Medianamente urbana	Predominantemente rural	Predominantemente urbana	Total
menos 5000				0
5000-10000				0
1000-20000		445		445
Mais de 20000	63579	920		64499
	63579	1365	0	64944

Fonte: ERSAR (2016)

Considerando que cada tonelada de matéria seca produz em média 350 m³ de biogás, o que representa aproximadamente 0.82 Mwh (Mills 2016), poderiam ser gerados 152945 MWh/ano, conforme tabela 3:

Tabela 3 - Estimativa do potencial de eletricidade gerado por produção de biogás por dimensão e tipologia de área

Todas Entidades	Mwh/ano)			
Número de alojamentos com serviço efectivo	Medianamente urbana	Predominantemente rural	Predominantemente urbana	Total
menos 5000	0	191	0	191
5000-10000	217	2663	0	2880
1000-20000	1375	703	0	2078
Mais de 20000	55759	815	91222	147796
	57351	4372	91222	152945

De acordo com a Entidade Reguladora dos serviços energéticos, a eletricidade produzida por valorização energética de resíduos é paga (dados 2016) a 87,45 €/MW-h, sendo que a de biomassa é paga a 117,78 €.

Usando os valores pagos pela REN em regime especial, os ganhos totais por produção de eletricidade através de biogás poderiam estar entre os 13 e os 18 milhões de euros/ano (Tabela 4).

Tabela 4 - Estimação do valor da eletricidade produzida (K€/ano)

Min (valorização energética)	Max (biomassa)
13375	18014

4 CONCLUSÕES

Em suma, o valor potencialmente gerado pelo aproveitamento energético das lamas produzidas na ETAR demonstra, as perdas anuais em que o setor/país está a incorrer anualmente, e o valor que poderia ser gerado pelo aproveitamento das mesmas. Naturalmente a este valor será necessário deduzir os custos de investimento e de operação, mas também será necessário acrescer o valor dos custos evitados com o depósito das lamas, e o valor recuperado em nutrientes.

Sendo relevante a ordem de grandeza, deve notar-se que os valores apresentados decorrem dos dados oficiais da ERSAR no que diz respeito aos quantitativos de lamas (matéria seca), da assunção de um valor de referência para o biogás passível de ser gerado pela digestão anaeróbica das lamas e de valores de referência da eletricidade gerada a partir do aproveitamento de resíduos sólidos urbanos.

REFERÊNCIAS

- Andreoli, C.V., Sperling, M. V., & Fernandes, F. (Editors.), (2007). Biological wastewater treatment series. *Sludge Treatment and Disposal, vol. 6*. London: IWA Publishing.
- Barbosa, J. A. (2008). Valorização de Lamas Provenientes do Tratamento de Águas Residuais. (Dissertação de Mestrado não publicado). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal 77.
- Cabrera, F., López Núñez, R., Martín Olmedo, P., & Murillo Carpio, J. M. (1997). Aprovechamiento agronómico de compost de alpechín.
- Cusidó, J. A., & Cremades, L. V. (2012). Environmental effects of using clay bricks produced with sewage sludge: Leachability and toxicity studies. *Waste Management 32* (6), 1202–1208.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy Vol.2: opportunities for the consumer goods sector*.
- ERSAR. (2016). *Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal Vol1 - Caracterização do setor de águas e resíduos*.
- European Commission. (2015). Fechar o ciclo – plano de ação da UE para a economia circular. *Official Journal of the European Union, COM (2015), 24*.
- Florindo, F. M. D. L. R. (2009). Caracterização das lamas geradas e sua valorização nos subsistemas dos SMAS-Sintra - Delineamento de um Modelo Conceptual de Gestão. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 97.
- Foladori, P., Andreottola, G., & Ziglio, G. (2010). *Sludge reduction technologies in wastewater treatment plants*. London: IWA publishing.
- Garrido-Baserba, M., Molinos-Senante, M., Abelleira-Pereira, J. M., Fdez-Güelfo, L. A., Poch, M., &

- Hernández-Sancho, F. (2015). Selecting sewage sludge treatment alternatives in modern wastewater treatment plants using environmental decision support systems. *Journal of Cleaner Production*, 107, 410–419.
- Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., & Koh, S. C. L., (2017). Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, 66, pp. 344-357.
- Guerrini, I. A., Croce, C. G. G., Bueno, O. de C., Jacon, C. P. R. P., Nogueira, T. A. R., Fernandes, D. M., Ganda, A., & Capra, G. F. (2017). Composted sewage sludge and steel mill slag as potential amendments for urban soils involved in afforestation programs. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 93–104.
- LNEC & ERSAR. (2018). *Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores – 3.ª geração do sistema de avaliação. Série Guias Técnicos nº 22.*
- Mills, Nick (2016) *Unlocking the full energy potential of sewage sludge*. Doctoral thesis, University of Surrey.
- Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23 (1), 28–39.
- Pinto, L., Ramísio, P., Marreiros, A., & Santos, S. (2017). Paving the Way for a Circular Economy: Theoretical Framework and Opportunities in Challenging Sectors” In S. Azevedo & J. Carlos (ed), *Corporate Sustainability: The New Pillar of the Circular Economy*, (127-164), Nova Publishers.
- Smol, M., Kulczycka, J., Henclink, A., Gorazda, K., & Wzorek, K. (2015). The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 95, 45-54.
- Tavares R. (2014), *Gestão de lamas de depuração provenientes de ETAR: compostagem, valorização agrícola e aterro*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade do Minho, Braga, Portugal, 277.
- US EPA. (2002). *Use of Composting for Biosolids Management*, 10. Washington, D.C. United States Environmental Protection Agency.