

**2ª REENGENHARIA DO  
ATERRO SANITÁRIO DE  
BIGORNE - LAMEGO**

**Abril 2022**

## 2ª REENGENHARIA DO ATERRO SANITÁRIO DE BIGORNE

### MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

#### INDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	OCUPAÇÃO, VOLUME DISPONÍVEL E PERSPETIVA DE VIDA ÚTIL .....	2
3.	2ª REENGENHARIA DO ATERRO SANITÁRIO .....	4
3.1.	Introdução .....	4
3.2.	Reengenharia do aterro de Bigorne .....	5
3.3.	Gestão dos lixiviados gerados.....	8
3.4.	Gestão do Biogás.....	8

#### INDICE DE ANEXOS

Referência	Designação	Escala
Anexo 1 - Peça desenhada – LT	Levantamento topográfico de janeiro 2022 - Planta	1:1000
Anexo 2 – Relatório – LT	Levantamento topográfico de janeiro 2022 - Relatório	n/a
Anexo 3 - Peça desenhada - Planta	Modelação Final Licenciada Reengenharia1	1:1000
Anexo 4 – Peça desenhada – Planta	Modelação Final - Planta Reengenharia2 da Solução de Encerramento	1:1000
Anexo 5 - Peça desenhada – Perfis	Modelação Final – Perfis Reengenharia2 da Solução de Encerramento	1:1000
Anexo 6 – Tabela de Volumes	Cálculo da capacidade de aterro Reengenharia2 da Solução de Encerramento	n/a
Anexo 7 – Relatório de Volumes	Relatório da capacidade de aterro Reengenharia2 da Solução de Encerramento	n/a

## **2ª REENGENHARIA DO ATERRO SANITÁRIO DE BIGORNE**

### **MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A Resinorte - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. (Doravante designada por RESINORTE) foi constituída pelo Decreto-Lei n.º 235/2009 de 15 de setembro de 2009 e resultou da fusão de cinco sistemas de gestão de resíduos, sendo três deles de âmbito multimunicipal, com acionista maioritário a EGF,S.A., nomeadamente os sistemas geridos pelas extintas empresas RESAT, REBAT e RESIDOURO e dois sistemas intermunicipais, um deles, gerido pela Associação de Municípios do Vale do Ave, e outro gerido pela Associação de Municípios do Vale do Douro Norte.

O aterro sanitário de Bigorne é uma das infraestruturas de confinamento de resíduos pertencente ao Sistema de Gestão de Resíduos do Norte Central, gerido pela RESINORTE, anteriormente gerido pela RESIDOURO, localizado na freguesia de Bigorne, recebe predominantemente os resíduos urbanos indiferenciados produzidos na região do Vale do Douro Sul, podendo também receber refugos das triagens e da TMB instalada em riba de Ave.

Esta infraestrutura de destino final entrou em exploração em novembro de 2001 e possui um volume total de encaixe de 565.784 m<sup>3</sup> (851.004 ton) licenciado nos termos do título ambiental TUA20190108000006 - EA, de 20 de abril de 2022.

No ano 2021 a infraestrutura foi objeto de intervenção baseada em estudos de reengenharia com aumento de capacidade de encaixe de 17.784 m<sup>3</sup>, dos quais resultou o título ambiental acima referido.

## 2. OCUPAÇÃO, VOLUME DISPONÍVEL E PERSPETIVA DE VIDA ÚTIL

De acordo com o levantamento topográfico realizado em janeiro de 2022, que se remete em anexo, planta e relatório (Anexo 1 e Anexo 2), a essa data, encontravam-se confinados no aterro sanitário de Bigorne – Lamego, 542.332 m<sup>3</sup> de resíduos, resultando assim uma volumetria disponível de 23.452 m<sup>3</sup>. A quantidade de resíduos depositados até essa data, ascendia a cerca de 841.195 toneladas.

Apresenta-se na tabela seguinte o histórico dos quantitativos de resíduos confinados no aterro sanitário de Bigorne até janeiro de 2022.

**Tabela 1.** – Quantitativos confinados no aterro sanitário de Bigorne

Ano	Quant. depositadas (t/ano)	Quant. acumuladas (ton)	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )
Acumulado até 2014	543.796		
2015	34.368		
2016	34.034		
2017	38.015		
2018	80.867		
2019	37.141		
2020	36.285		
2021	36.688	841.195	542.332

Verifica-se pelo histórico de receção de resíduos dos últimos anos, que a ordem de grandeza da quantidade anual de resíduos produzidos pelos municípios da região do Vale do Douro Sul ronda as 36.000 toneladas. A quantidade rececionada no ano 2018, em que se verificou um incremento significativo, contou com a receção/deposição de grande quantidade de refugos de unidade de Tratamento Mecânico de Riba de Ave.

Assim, assumindo para o ano de 2022 e seguintes um confinamento total de resíduos de 36.000 toneladas/ano, apresenta-se na tabela seguinte a perspetiva de vida útil do aterro sanitário de Bigorne.

**Tabela 2.** – Perspetiva de vida útil do aterro sanitário de Bigorne

Datas/periodos	Quantidades depositadas (t)	Volume ocupado (m <sup>3</sup> )	Densidade (t/m <sup>3</sup> )	Quantidade disponível (t)	Volume disponível (m <sup>3</sup> ) 31/12/ano <sup>(x)</sup>
2021 (acumulado)	841.195	542.332*	1,55	9.809	23.452
2022 (1º trimestre)	8.089**	6.741	1,20	1.720	16.711
2022 (2º trimestre)	36.000/4= 9.000	7.500	1,20	-7.280	9.211
2022 (3º trimestre)	9.000	7.500	1,20	-16.280	1.711
2022 (4º trimestre – 1 mes)	3.000	2.500	1,20	-19.280	-789

\* Levantamento topográfico de janeiro/2022.

\*\* Quantidade real depositada no 1º trimestre de 2022 (Registos de pesagens e MRRU).

Pode considerar-se que a elevada densidade global verificada até ao final do ano 2021 resultou de vários fatores, a saber:

- Exploração realizada nos primeiros anos com deposição de resíduos previamente compactados e enfardados;
- Acentuada inclinação do fundo do aterro, facilitando e permitindo o rápido e eficiente escoamento dos lixiviados;
- Reduzida quantidade de resíduos depositados, com afetação contínua de equipamento de compactação in-situ, passando sucessivamente sobre as mesmas camadas de resíduos e conseguindo assim uma compactação superior à normalmente verificada;
- Reduzida utilização de camadas de cobertura com terra, que não são consideradas para as quantidades (ton).

Não obstante a elevada densidade anteriormente atingida, parece razoável considerar que os resíduos a depositar no futuro, as últimas camadas, não venham a atingir uma densidade tão elevada, tendo-se estimado que a mesma ronde 1,20 ton/m<sup>3</sup>, valor este considerado adequado, tendo em conta as

quantidades depositadas, as condições de exploração e os meios de compactação disponíveis. O mesmo entendimento é tido no “*Estudo Sobre a Caracterização da Recolha e Tratamento no Âmbito dos Resíduos Urbanos em Portugal Continental*”, elaborado pela AMBIRUMO em Junho 2021, no que respeita ao cálculo das capacidades deficitárias/excedentárias das Unidades de tratamento para dar resposta ao processamento dos Resíduos Urbanos no ano 2030, em que se considera a densidade de 1,2 t/m<sup>3</sup> para o cálculo da capacidade disponível.

$$\text{Capacidade disponível (t)} = (\text{Volume licenciado (m}^3\text{)} - \text{Volume utilizado (m}^3\text{)}) \times 1,2 \text{ t/m}^3$$

(densidade média em aterro)

Perante o racional desenvolvido, com os pressupostos assumidos, preconiza-se o esgotamento da volumetria (volume licenciado) do aterro de Bigorne no início do quarto trimestre do ano 2022. A quantidade (t) licenciada é ultrapassada no início do segundo trimestre.

### **3. 2ª REENGENHARIA DO ATERRO SANITÁRIO**

#### **3.1. Introdução**

A solução de encerramento preconizada para o aterro sanitário de Bigorne, atualmente licenciada, conforme apresentado no âmbito da reengenharia anteriormente realizada (Anexo 3), contemplou a modelação de taludes com inclinações (1V:1.8H) e altura de 10,00 metros intercalados por banquetas com uma largura de 5,00 metros. Esta intervenção não abrangeu os taludes virados a Norte. A cota máxima de encerramento da instalação manteve-se nos 968 metros. Aquando deste estudo de reengenharia, preconizava-se o esgotamento da volumetria do aterro de Bigorne no 1º semestre de 2022, previsão esta que se mantém.

Esta unidade de confinamento de resíduos, aterro sanitário de Bigorne, tem instaladas soluções para tratamento e valorização energética do biogás e soluções de tratamento avançado de lixiviados, por processo de osmose inversa. Com vista à otimização destas infraestruturas, o aterro sanitário é continuamente monitorizado, quer no que respeita aos gases gerados (biogás) quer aos lixiviados produzidos e ainda, à modelação e comportamento (assentamentos) dos resíduos depositados.

É neste contexto que se apresenta adequado este novo processo da reengenharia no que respeita à modelação dos resíduos depositados, com impacto na exploração, visando a sua otimização com uma utilização mais efetiva do seu potencial e da sua capacidade.

A reengenharia de aterros sanitários é uma solução técnica que se encontra preconizada no PIRSUE, aprovado pelo Despacho n.º 454/2006 (II Série), de 9 de Janeiro e vertida enquanto medida de ação n.º 3 do eixo de intervenção n.º 1 no PERSU II, aprovado pela Portaria n.º 186/2007 de 12 de Fevereiro e que possui por principal objetivo minimizar a mobilização de novas áreas para o confinamento técnico, quando os aterros sanitários existentes possuem capacidade de receção.

### **3.2. Reengenharia do aterro de Bigorne**

#### Situação existente

Como referido, de acordo com o levantamento topográfico efetuado em janeiro de 2022, verifica-se que a essa data, a massa de resíduos ocupava um volume de 542.332 m<sup>3</sup>, com as seguintes características geométricas:

- Taludes a Norte com diferentes alturas, variando entre 3,5 m e 6,5 m;
- Com diferentes inclinações, variando entre 1V:2,2H e 1V:2,4H;
- Largura média dos patamares 4,0 m.

#### Solução proposta

A solução (2ª reengenharia) contempla a modelação completa dos taludes, com incidência relevante no talude da base virado a Norte, que não foi alvo de remodelação na anterior solução, preconizando a manutenção de taludes regulares com inclinações (1V:1.8H) e altura de 10,00 metros intercalados por banquetas com uma largura de 5,00 metros, mantendo as inclinações necessárias para escoamento de águas pluviais. Mantém-se a cota máxima de encerramento na plataforma superior nos 968 metros, sem incluir a estratigrafia de materiais a aplicar aquando da selagem da instalação, nos termos do Decreto-Lei

n.º 183/2009 de 10 de agosto.

A solução encontra-se retratada nas peças desenhadas (Anexo 4 e Anexo 5) onde se visualiza a solução de reengenharia proposta para a modelação final da massa de resíduos.

Conforme se pode verificar, o processo de reengenharia limita-se ao perímetro da área atualmente ocupada pela massa de resíduos, sem qualquer aumento da superfície de deposição e sem alteração da cota da plataforma final nos termos do anterior projeto de modelação licenciado, com a cota máxima de 968 metros.

#### *Estabilidade –*

Considerando a inclinação dos taludes (1V:1.8H) que equivale a um ângulo de 29º, garante-se a estabilidade das camadas que vierem a ser colocadas para a selagem do aterro, acautelando que o ângulo de roçamento (atrito) entre os diversos materiais constituintes e o ângulo de atrito interno dos resíduos seja superior. O ângulo de atrito entre PEAD rugoso e gravilha é 35º e entre os RSU e argila (cobertura), areia ou gravilha é superior a 30º. O ângulo de atrito interno dos resíduos é 35º, garantindo a sua estabilidade interna.

Não obstante, a estabilidade dos geocompósitos (geomembranas, geotexteis e geocompósitos drenantes) aplicados na fase de selagem do aterro seria sempre garantida com recurso à sua ancoragem em valas de amarração realizadas nos patamares.

#### *Volumes -*

O cálculo da volumetria associada à nova modelação foi realizado sobre o levantamento topográfico de Janeiro de 2022 e é apresentado em anexo – Cálculo de Volumes (Anexo 6), Planta e perfis (Anexos 4 e 5) e Relatório do cálculo do volume disponível (Anexo 7), obtendo-se uma capacidade total de encaixe de 599.092 m<sup>3</sup>, que, considerando o volume já ocupado, resulta num volume disponível em janeiro de 2022 de 56.760 m<sup>3</sup>



**Tabela 3. – Reengenharia – Quantidades**

VOLUME RESIDUOS Jan.2022 (m3)	QUANT. RESIDUOS Jan.2022 (Ton)	Capacidade Total REENGENHARIA (m3)	Capacidade disponível Jan.2022 (m3)	Densidade camadas superiores (Ton/m3)	Capacidade disponível Jan.2022 (Ton)	VOLUME total a licenciar (m3)	Quantidade total a licenciar (Ton)
542 332	841.195	599 092	56 760	1,20	68.112	<b>599.092</b>	<b>909.307</b>

VOLUME total a licenciar (m3)	Quantidade total a licenciar (Ton)	VOLUME RESIDUOS LICENCIADO (m3)	QUANT. RESIDUOS LICENCIADO (Ton)	VOLUME ADITAMENTO à LICENÇA (m3)	Quantidade ADITAMENTO à LICENÇA (ton)
<b>599.092</b>	<b>909.307</b>	565 784	851 004	<b>33.308</b>	<b>58.303</b>

**Vida útil -**

Assumindo os pressupostos invocados nesta avaliação de reengenharia, preconiza-se o esgotamento da volumetria do aterro de Bigorne no final do ano 2023 (nov.).

**Tabela 4. – Vida útil**

Datas/periodos	Quantidades depositadas (t)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densidade (Ton/m3)	Volume disponível (m <sup>3</sup> ) 31/12/ano <sub>(x)</sub>
2021	841.195	542.332	1,55	56 760
2022	36.000	30.000	1,20	26 760
2023	36.000	30.000	1,20	<b>-3.240</b>

Com base no racional desenvolvido, a volumetria total da instalação para a solução de reengenharia concebida é 599 092 m<sup>3</sup>, ou seja, um incremento de 33 308 m<sup>3</sup>, cerca de (+) 5,9%, face ao valor preconizado no título ambiental TUA20190108000006 - EA, de 20 de abril de 2021.

### **3.3. Gestão dos lixiviados gerados**

A solução de tratamento de lixiviados do aterro sanitário de Bigorne contempla três lagoas de regularização do caudal, com uma volumetria total de cerca de 11.300 m<sup>3</sup> e uma unidade de tratamento avançado por osmose inversa com uma capacidade total de 200 m<sup>3</sup>/dia.

Como acima se refere, o processo de reengenharia limita-se ao perímetro da área atualmente ocupada pela massa de resíduos, sem qualquer aumento da superfície de deposição.

Neste enquadramento, e sendo objetivo da RESINORTE proceder à selagem temporária, com uma geomembrana impermeável em PEAD, de taludes e banquetas que já atingiram a cota e perfil definidos na modelação de encerramento, o volume de lixiviados produzido tenderá a diminuir devido à redução da área exposta.

Conclui-se que, em resultado da redução da área de exposição, devido à opção técnica da RESINORTE de proceder à selagem temporária das áreas que já atingiram a modelação de encerramento definida, a produção potencial de lixiviados por ação direta da precipitação, acompanhará essa tendência de redução.

Neste racional, não ocorrendo um aumento do volume de lixiviados afluente a tratamento, antes uma redução, não ocorrerá - caso se mantenha o regime de disponibilidade, operação e gestão da ETAL - a necessidade de reforçar o sistema de tratamento de lixiviados.

### **3.4. Gestão do Biogás**

O aterro sanitário de Bigorne possui em operação desde junho de 2015 um centro electroprodutor que promove o tratamento e valorização energética do biogás aí gerado. Esse centro electroprodutor contempla um motogerador com potência de 400 kW – Licença de Exploração EPE/1511 da DGEG. Também inclui um queimador que promoverá o tratamento/queima do biogás em situações de paragem dos equipamentos de valorização, por avaria ou manutenção programada.

Em 2021 foram processados em média neste centro electroprodutor cerca de 111.000 m<sup>3</sup>/mês de biogás. Nesse período, o centro electroprodutor operou com uma carga média de 45% (valor mínimo 35% e máximo de 50%).

Os dados de operação do centro electroprodutor, permitem concluir que o mesmo tem capacidade para o tratamento e valorização energética de um caudal de biogás superior, pois funcionou a menos de metade da sua capacidade, com folga, portanto, para fazer face ao acréscimo de biogás que virá a ser gerado pelo acréscimo de resíduos a depositar, em resultado da modelação de resíduos preconizada nesta solução de da reengenharia da instalação.

**Neste enquadramento, a RESINORTE continuará a expandir o campo de drenagem de biogás com a execução de novos drenos e com a sua ligação ao sistema de tratamento e valorização energética assegurando um destino adequado para esse subproduto de gestão de resíduos.**