



Gestão e Tratamento de Resíduos, E.I.M., S.A.

## ATERRO SANITÁRIO DA RSTJ PROJETO DE EXPLORAÇÃO DA CÉLULA 2

– MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA –

– AGOSTO 2021 –



P21.012 (R02b de 31-08-2022)

[www.contambiente.pt](http://www.contambiente.pt)

Quinta do Almeida, Lote 8 - 2600-581 CACHOEIRAS

R. Heróis da Guerra Peninsular, Piso 1-A - 2600-152 VILA FRANCA DE XIRA  
[geral.contambiente@gmail.com](mailto:geral.contambiente@gmail.com)

## ÍNDICE

	Pág.
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2 MODELAÇÃO DO ATERRO .....</b>	<b>4</b>
2.1 Faseamento do enchimento .....	4
<b>3 SELAGEM FINAL .....</b>	<b>6</b>
3.1 Enquadramento legal.....	6
3.2 Esquema proposto .....	6
3.3 Estabilização de taludes com sistema de confinamento celular .....	8
3.4 Hidrossementeira .....	8
3.5 Preparação do solo .....	8
<b>4 ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO ATERRO.....</b>	<b>10</b>
4.1 Informação de base utilizada .....	10
4.2 Geometria do aterro .....	10
4.3 Características geotécnicas dos materiais do aterro .....	12
4.4 Cálculos de estabilidade .....	13
<b>5 PRODUÇÃO E TRATAMENTO DO BIOGÁS .....</b>	<b>18</b>
5.1 Drenagem de biogás .....	18
<b>6 DRENAGEM PLUVIAL .....</b>	<b>19</b>
6.1 Considerações iniciais .....	19
6.2 Caracterização do sistema a desenvolver .....	19
6.3 Dimensionamento do sistema de drenagem pluvial .....	21
<b>7 MONITORIZAÇÃO E CONTROLO AMBIENTAL.....</b>	<b>22</b>
7.1 Considerações iniciais .....	22
7.2 Fase de exploração .....	22
<b>8 CAPACIDADE ÚTIL DE ENCAIXE.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO - Desenhos.....</b>	<b>32</b>

---

# 1

---

## INTRODUÇÃO

O Aterro Sanitário (Célula 1) foi inaugurado a 14 de Maio de 1999. Foi dimensionado e construído em duas fases. Na primeira fase, foi construída a primeira célula do Aterro composta por 3 alvéolos ocupando uma área com 6,9 ha, com um tempo de vida útil estimado para 10 anos.

Em junho de 2014, deu-se início à selagem parcial da primeira célula, passando os resíduos a serem depositados na segunda célula do aterro, com uma área de 7,56 ha.

Esta célula, atualmente em exploração, detém a Licença de Exploração n.º 039/2014 (válida por 8 anos) e foi originalmente projetada para um total de enchimento de 912 mil toneladas e cerca de 21 anos de vida.

Uma vez que a segunda célula não foi executada com a geometria preconizada em projeto, pretende agora a Resitejo obter para esta nova geometria um estudo da exploração nos termos da legislação em vigor.

Assim, serão abordados os seguintes pontos:

- Modelação do aterro;
- Faseamento do enchimento;
- Selagem final;
- Análise de estabilidade do aterro;
- Produção e tratamento do biogás;
- Drenagem pluvial;
- Monitorização e controlo ambiental.

De notar que o estudo de exploração do aterro será realizado apenas para as cotas acima da estrada periférica da Célula 2.

## MODELAÇÃO DO ATERRO

### 2.1 - FASEAMENTO DO ENCHIMENTO

O enchimento da nova célula far-se-á com inclinações nos taludes de cerca de 1(V):2 (H), com plataformas intermédias de 5 m, espaçadas de 10 em 10 m, garantindo-se a concordância com as cotas de exploração máxima preconizadas na licença de exploração.

Neste contexto, a modelação desenhada a partir da situação do aterro, constatada no levantamento topográfico de janeiro de 2021, e de acordo com as condicionantes já referidas, conduz a uma capacidade de encaixe de cerca de 590.544 m<sup>3</sup>.

De salientar que o valor acima referido corresponde à capacidade útil para deposição de resíduos. Esta medição foi efetuada descontando já a camada de selagem final e as terras de cobertura, como representada nos desenhos e admitindo que a densidade dos resíduos em aterro é da ordem de 0,90 t/m<sup>3</sup>.

Os desenhos C21-01.EX.GR.02.0.010 A C21-01.EX.GR.02.0.014 demonstram o faseamento de enchimento proposto.

A sequência de exploração deverá ser:

- Exploração e enchimento até a cota 170 m (Fase 1);
- Exploração e enchimento até a cota 180 m (Fase 2);
- Exploração e enchimento até a cota 185 m (Fase 3);

A forma de enchimento da célula 2 apresenta-se nos desenhos seguintes:

- A planta C21-01.EX.GR.02.0.010 mostra a forma de enchimento atual;
- A planta C21-01.EX.GR.02.0.011 mostra a forma de enchimento da 1ª Fase;
- A planta C21-01.EX.GR.02.0.012 mostra a forma de enchimento da 2ª Fase;
- A planta C21-01.EX.GR.02.0.013 mostra a forma de enchimento da 3ª Fase;

- O desenho C21-01.EX.GR.02.0.014 mostra os perfis de construção e enchimento de ambas as Fases.

Para além da sequência de enchimento através da criação de plataformas, em cada nível de exploração a deposição far-se-á de Norte para Sul, criando plataformas intermédias zonas de acesso. Nas zonas que atingem a cota de exploração final devem ser colocadas telas de selagem temporária (telas temporárias) de modo a diminuir a produção de lixiviados. A exploração das fases e a deposição de resíduos pode ainda ser revista em função das condições de estabilidade das camadas inferiores.

## SELAGEM FINAL

### 3.1 - ENQUADRAMENTO LEGAL

A selagem final e integração paisagística terá que obedecer ao disposto na Tabela n. 91 do Anexo I, do Anexo II do Decreto de Lei nº102-D/2020 de 10 de dezembro.

Assim, o esquema de selagem deverá possuir a seguinte estrutura:

- Camada de drenagem de gases (depende do tipo de resíduos depositados);
- Barreira de impermeabilização artificial (só é obrigatória em aterro de resíduos perigosos);
- Camada mineral impermeável (por exemplo de argila ou bentonite), para evitar a infiltração das águas pluviais incidentes;
- Camada drenante com >0.50 m;
- Cobertura final com material terroso >1.00 m.

### 3.2 - ESQUEMA PROPOSTO

Deste modo propõe-se que a selagem final e integração paisagística tenha a estrutura seguinte de baixo para cima:

1. Colocação de camada de solos selecionados, sobre os resíduos de forma a definir as pendentes e cotas finais da cobertura;
2. Na plataforma/cúpula deverá ser considerada uma camada 0.30 m de espessura para recolha de gases em material britado 20/40 não calcário, sobre a massa de resíduos a encerrar aplicada sobre manta de geotêxtil de 200 g/m<sup>2</sup>;

3. Colocação de um geotêxtil de 300 g/m<sup>2</sup> em toda a área do aterro para proteção do sistema de impermeabilização;
4. Colocação de uma barreira de impermeabilização constituída por:
  - a. Geomembrana de 1.5 mm de espessura. Nos taludes, face à sua inclinação, deixa-se como sugestão a aplicação de uma geomembrana rugosa em ambas as faces. Na cúpula poderá ser usado um geocompósito bentonítico. Este sistema de impermeabilização será ancorado em valas de ancoragem/drenagem na cúpula e nas banquetas.
5. Colocação de uma camada de brita com espessura 0,50 m, para drenagem do subsolo na cúpula envolvida em geotêxtil de 500 g/m<sup>2</sup> na parte inferior e de 200 g/m<sup>2</sup> na parte superior. Nos taludes e banquetas, a camada mineral drenante será substituída por um geocompósito drenante composto por uma georede entre dois geotêxteis e por trincheiras drenantes para encaminhamento das águas para a valeta periférica;
6. Colocação de uma camada de terra de reserva, com espessura de 0,70 m. Nos taludes, face à sua inclinação poder-se-á justificar a diminuição da espessura desta camada em determinadas zonas por forma a garantir a sua estabilidade estrutural;
7. Colocação de uma camada de terra vegetal com 0.30 m de espessura;
8. Caso se verifique alguma instabilidade dos taludes, deverá ser utilizado sistema de confinamento celular, para colocação da terra de cobertura e das trincheiras drenantes nos taludes. Este sistema de confinamento celular deverá ser devidamente amarrado na cúpula e nas banquetas sem danificar a geomembrana;
9. Plantação com prado de sequeiro por hidrossementeira de uma mistura de sementes (herbáceas e/ou arbustivas), fibras de madeira, fertilizantes, corretivos/aditivos biológicos de solo e água, com características adequadas ao tipo de solo aplicado.

Em termos de faseamento propõe a execução da obra em duas fases:

1. Encerramento do aterro através da colocação de sistema de impermeabilização e construção dos sistemas de drenagem de lixiviados, biogás e de águas pluviais na periferia do aterro;
2. Recuperação paisagística com a colocação de camadas drenantes e de solos e posterior hidrossementeira.

Os desenhos C21-01.EX.GR.02.0.006, C21-01.EX.GR.02.0.007 e C21-01.EX.GR.02.0.008 demonstram o faseamento de obra e o esquema de selagem proposto.

### **3.3 - ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES COM SISTEMA DE CONFINAMENTO CELULAR**

Caso se verifique alguma instabilidade dos taludes, deverá ser utilizado sistema de confinamento celular, para colocação da terra de cobertura e das trincheiras drenantes nos taludes.

Este sistema de confinamento celular deverá ser devidamente amarrado na cúpula e nas banquetas sem danificar a geomembrana, devendo para tal ser dimensionada a amarração necessária em função da área a proteger, devendo ser utilizados tendões para a sua fixação na cúpula e banquetas.

### **3.4 - HIDROSSEMENTEIRA**

Após a colocação da terra vegetal na cúpula, banquetas e taludes deverá ser efetuada uma hidrossementeira de prado de sequeiro.

O método de hidrossementeira deverá consistir na sementeira mecânica de uma mistura de sementes (herbáceas e/ou arbustivas), fibras de madeira, fertilizantes, corretivos/aditivos biológicos do solo e água, executada através de um hidrossemeador.

Este equipamento deverá fazer uma mistura constante e homogênea de todos os componentes da hidrossementeira, os quais serão depois projetados sobre a superfície do solo.

O resultado deverá ser uma manta adesiva contínua, tridimensional e porosa, que proporcione um controle imediato da erosão e um ambiente ideal de crescimento, com todos os elementos essenciais à germinação da semente (nutrientes, humidade, temperatura) e ao desenvolvimento de uma cobertura vegetal saudável.

O tipo de aditivos deverá ser selecionado em função das características do solo onde será aplicado (taludes, banquetas e cúpula).

### **3.5 - PREPARAÇÃO DO SOLO**

Os taludes, bem como banquetas e a cúpula deverão apresentar uma superfície com a rugosidade indispensável para permitir uma boa aderência da semente e facilitar a infiltração da água da chuva.

Sempre que o terreno se encontre compactado deverá realizar-se uma mobilização superficial por meio de escarificação até cerca de 15 cm de profundidade.

Nos taludes que apresentem erosão superficial realizar-se-á uma mobilização até cerca de 10 cm de profundidade, por meio de uma picadeira ou outro método semelhante para destruição completa dos rasgos.

O terreno deverá estar limpo, não deve ter infestantes para não competirem com a sementeira a realizar.

---

# 4

---

## ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO ATERRO

### 4.1 - INFORMAÇÃO DE BASE UTILIZADA

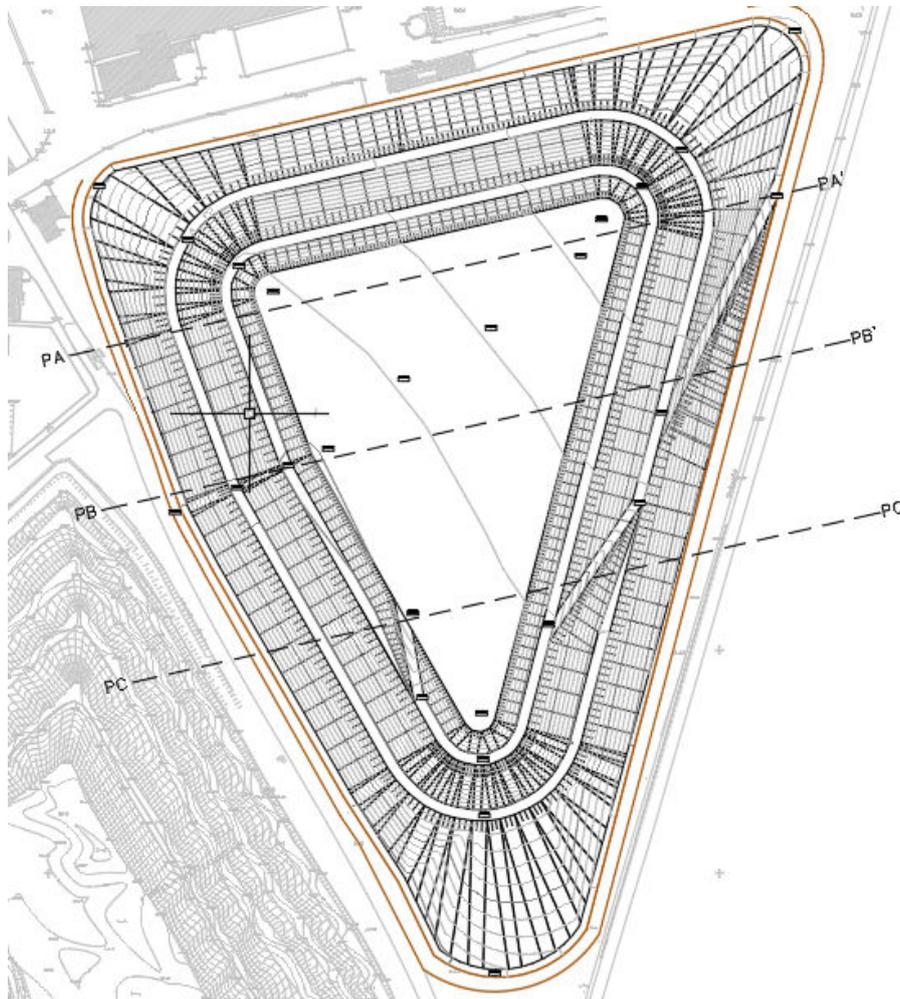
Na realização do presente projeto foram utilizados os seguintes elementos:

- Levantamento topográfico (janeiro 2021);
- Relatório geológico-geotécnico (janeiro 1998);
- Planta de selagem configurada nas peças desenhadas.

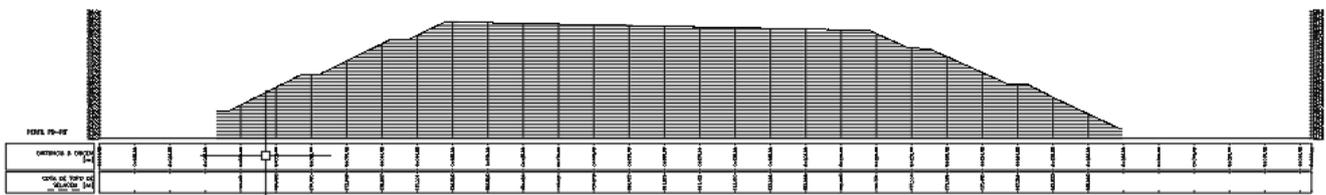
### 4.2 - GEOMETRIA DO ATERRO

A inclinação dos taludes da base do alvéolo é de 1V:2H em todos os taludes. A cota da base do alvéolo deverá rondar os 153,10 m e os 163,00 m, conforme as cotas da estrada periférica.

Para as análises de estabilidade das propostas de modelação do aterro atual considerou-se o perfil de maior altura (PB-PB').



**Figura 1 – Localização do perfil de maior altura**



**Figura 2 – Perfil PB-PB'**

### 4.3 - CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DO ATERRO

Tendo por base os resultados dos trabalhos de prospeção, o modelo adotado no cálculo de estabilidade é composto pelos materiais com as características mecânicas que constam do Quadro 1.

**Quadro 1 - Características geotécnicas dos materiais**

Material	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
Camada de selagem	18	10	25
RU	11	5	30
Terreno de fundação	19	9	35

Sendo:

$\gamma_t$  = peso volúmico aparente total;

$\phi'$  = ângulo de atrito interno em termos de tensões efetivas;

$c'$  = coesão em termos de tensões efetivas.

A definição paramétrica dos RU baseou-se nos estudos de Singh e Murphy (1990) que se encontram sintetizadas no gráfico seguinte. Admitindo valores intermédios dos limites propostos, para efeitos de cálculo de estabilidade adotaram-se valores de resistência ao corte de  $c'=10\text{kPa}$  e  $\phi'=26^\circ$ .

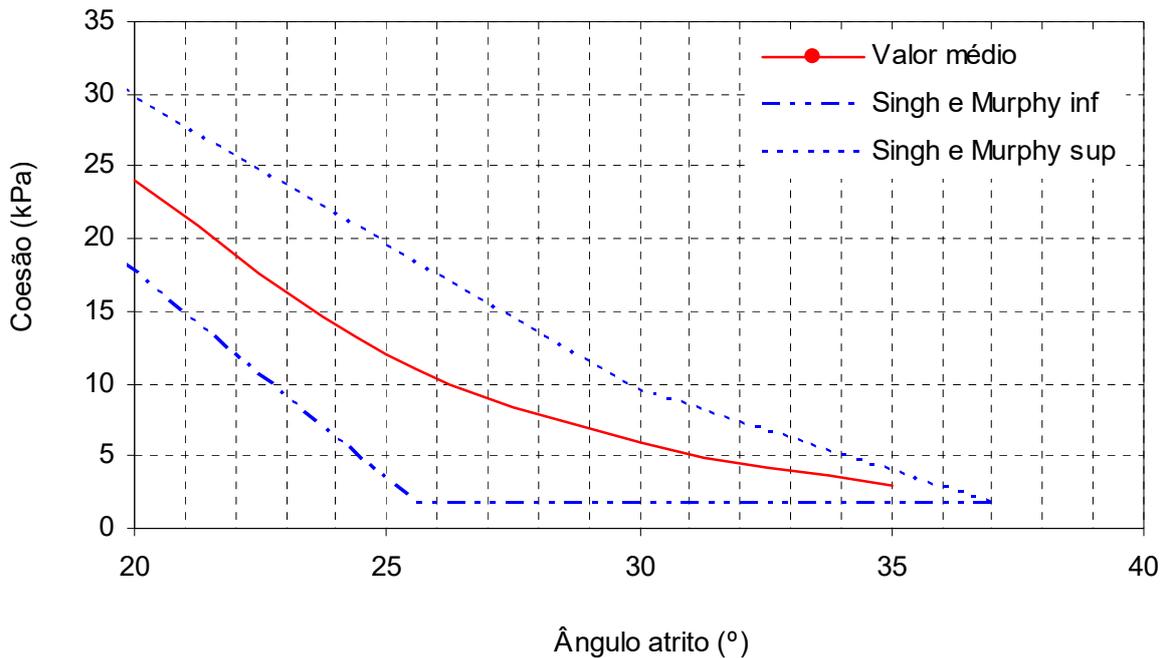


Figura 3 - Gráfico proposto por Singh e Murphy para as características geotécnicas de resíduos urbanos

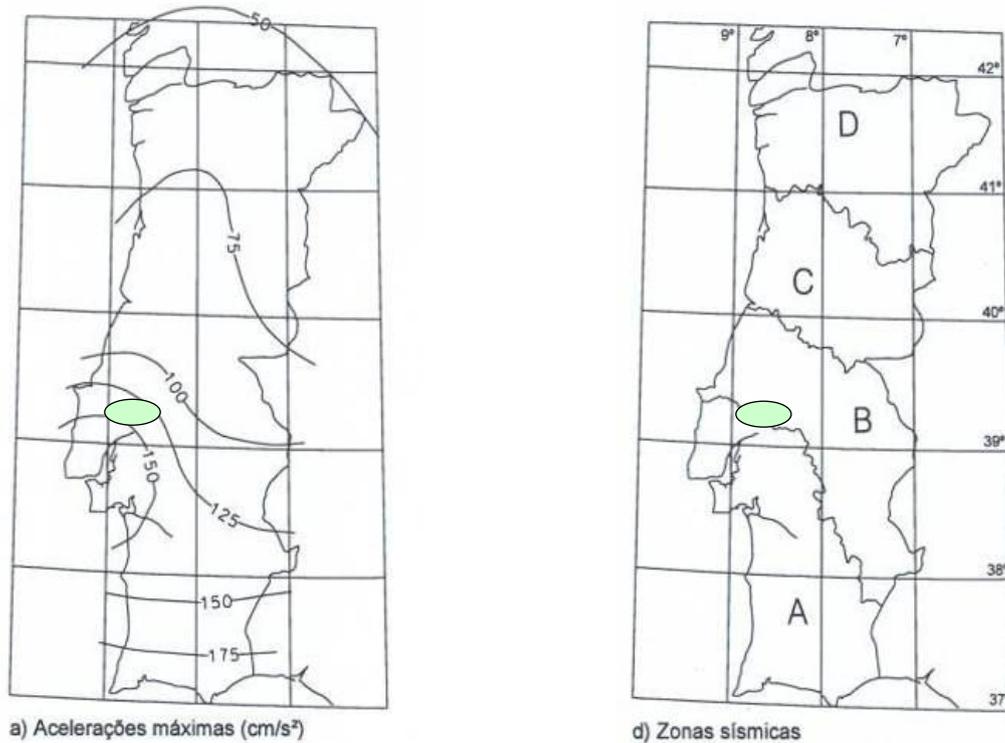
#### 4.4 - CÁLCULOS DE ESTABILIDADE

A verificação da estabilidade foi efetuada para a situação de aterro após selagem, tendo-se considerado a possibilidade de rotura no corpo do aterro.

O cálculo foi feito recorrendo aos métodos de equilíbrio limite (método das fatias) utilizando o programa de cálculo automático Slide (Rocscience Inc) e o método de Bishop Simplificado.

No método das fatias, admite-se que não ocorrem deformações antes da rotura e que cada fatia da massa deslizante se comporta como corpo rígido. Em resultado destas simplificações, o campo de tensões não tem em consideração a rigidez e a resistência dos diversos materiais na distribuição de tensões e consequentemente na avaliação do coeficiente de segurança.

Baseado num universo alargado de eventos sísmicos, posteriores a 1900, C. Oliveira (1977) sugere cartas de risco sísmico para períodos de retorno de 1000 anos, cujas reproduções se encontram na figura seguinte.



**Figura 4 - Cartas de sismicidade para um período de retorno de 1000 anos e delimitação das zonas sísmicas de Portugal Continental (RSAEEP)**

Essas cartas resultam de estudos experimentais, utilizando extrapolação parabólica, e permitem estimar, na área em questão, valores de  $150 \text{ cm/s}^2$  (0,15g) para a aceleração horizontal.

Os espectros de potência e/ou de resposta indicados no RSA constituem adequada aproximação para o cálculo estrutural das obras de engenharia de estabilização dos taludes.

Este regulamento considera o país dividido em quatro zonas que, por ordem decrescente de grau de sismicidade, são designadas por A, B, C e D (figura anterior). A influência desse grau de sismicidade é traduzida pelo coeficiente de sismicidade, encontrando-se o local de estudo na zona A, à qual corresponde o valor de 1,0.

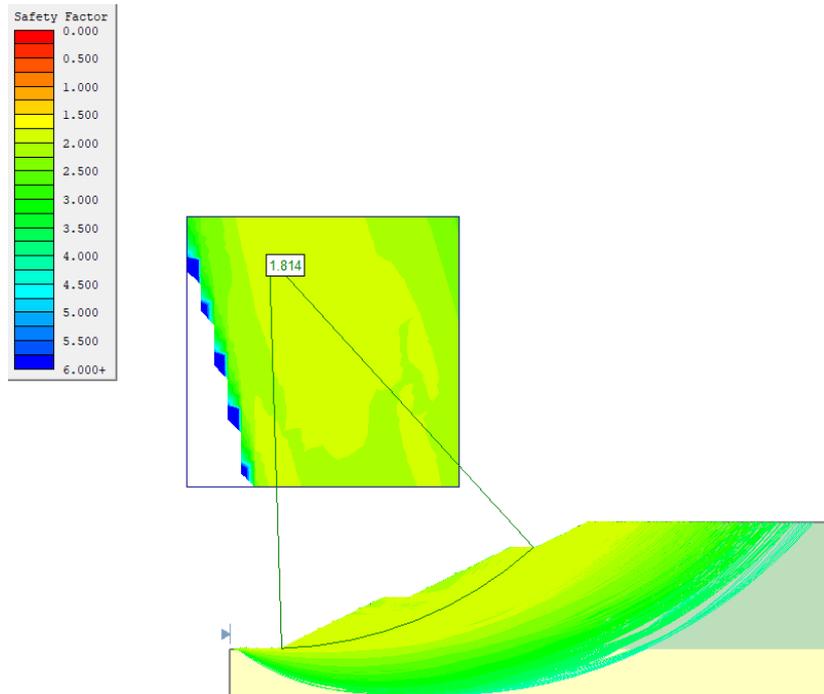
A verificação da estabilidade foi efetuada para as duas modelações que constam das figuras seguintes, considerando em ambas que:

- A cota máxima para o coroamento do aterro é de 185 m;
- A saturação do aterro apenas pode ocorrer na zona do alvéolo, em virtude da topografia envolvente ser pouco declivosa e pelo facto de estar prevista a impermeabilização final com geomembrana;
- A geometria será 1V:2H e proceder-se-á a selagem com geomembrana e cobertura com solos selecionados;
- O talude será objeto de hidrossementeira com sementes de gramíneas, contribuindo para a defesa contra os agentes erosivos;
- A ação dinâmica a considerar é de 0,15g, devida a um evento sísmico com longo período de retorno.

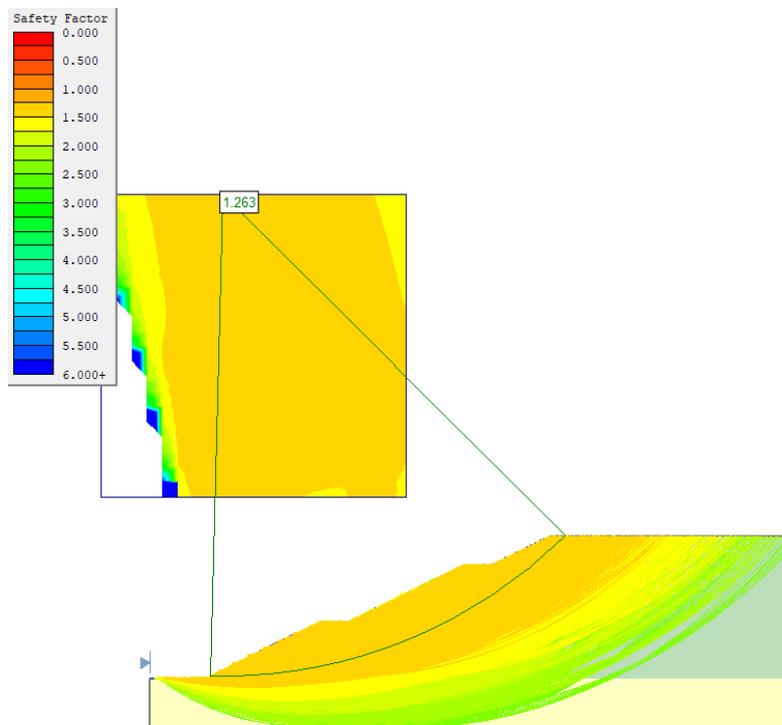
De referir que a verificação da estabilidade global não considerou a presença dos elementos de proteção e impermeabilização da base da célula, nomeadamente camadas drenantes, geocompósitos bentoníticos, geotêxteis e geomembranas, tendo-se admitido o modelo simplificado de contacto dos resíduos com o terreno de fundação.

Na quantificação da segurança relativamente ao colapso, os coeficientes de segurança mínimos obtidos em condições estáticas e dinâmicas são de 1,92 e 1,39, respetivamente.

Nas Figuras 5 e 6 apresentam-se as superfícies de rotura obtidas para cada uma das condições acima referidas.



**Figura 5 – Superfícies de rotura em condições estáticas**



**Figura 6 – Superfícies de rotura em condições dinâmicas**

Face aos resultados obtidos, e tendo em conta que os coeficientes de segurança mínimos a garantir em condições estáticas e dinâmicas, é de 1,5 e 1,2, respetivamente, considera-se que se encontram garantidas as condições de segurança do aterro.

Não obstante o referido anteriormente, e dada a incerteza quanto ao comportamento dos resíduos depositados em aterro ao longo do tempo, é de extrema importância verificar regularmente o estado e evolução dos taludes.

## **PRODUÇÃO E TRATAMENTO DO BIOGÁS**

### **5.1 – DRENAGEM DE BIOGÁS**

Não foram adiantados pelo dono de obra a localização dos poços de biogás. Face a este aspeto adiantam-se algumas considerações sobre o procedimento de drenagem de gases do aterro.

A drenagem dos gases do aterro será efetuada através dos poços verticais executados na massa de resíduos desde a base do aterro. Os poços são entubados com condutas verticais perfuradas em PEAD com um diâmetro de 160 mm. Os espaços envolventes destes tubos estão preenchidos com brita de granulometria grossa.

Para melhoramento da recolha do biogás sugere-se a colocação de uma camada drenante de biogás com 0.30 m na cúpula ou em alternativa a construção de trincheiras drenantes envolvidas em geotêxtil de 200 g/m<sup>2</sup>, a interligar os poços de extração de biogás.

Os poços de biogás deverão ser selados de forma adequada prevendo-se a colocação cabeças em PEAD DN315, que através de tubagens em PEAD DN90 a colocar sobre o aterro, encaminham o biogás para a periferia da célula onde já existe um coletor em PEAD que reunirá todos os poços de biogás.

O desenho C21-01.EX.GR.02.0.009 demonstra esquematicamente o pormenor do poço de drenagem de biogás.

---

# 6

---

## DRENAGEM PLUVIAL

### 6.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O projeto de construção original apresenta a caracterização, a construção e o dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem pluvial. Entre outros aspetos, esse sistema destinava-se a ter as seguintes funções:

- Drenar os caudais pluviais dos alvéolos que ainda não tenham entrado em serviço;
- Drenar o acesso periférico;
- Drenar os caudais pluviais dos alvéolos após a sua selagem.

Uma vez que não foi possível ter acesso às peças desenhadas de projeto de modo a perceber o traçado previsto, foi feito um novo dimensionamento dos órgãos de drenagem de modo a garantir a sua futura execução e compatibilidade com as infraestruturas existentes.

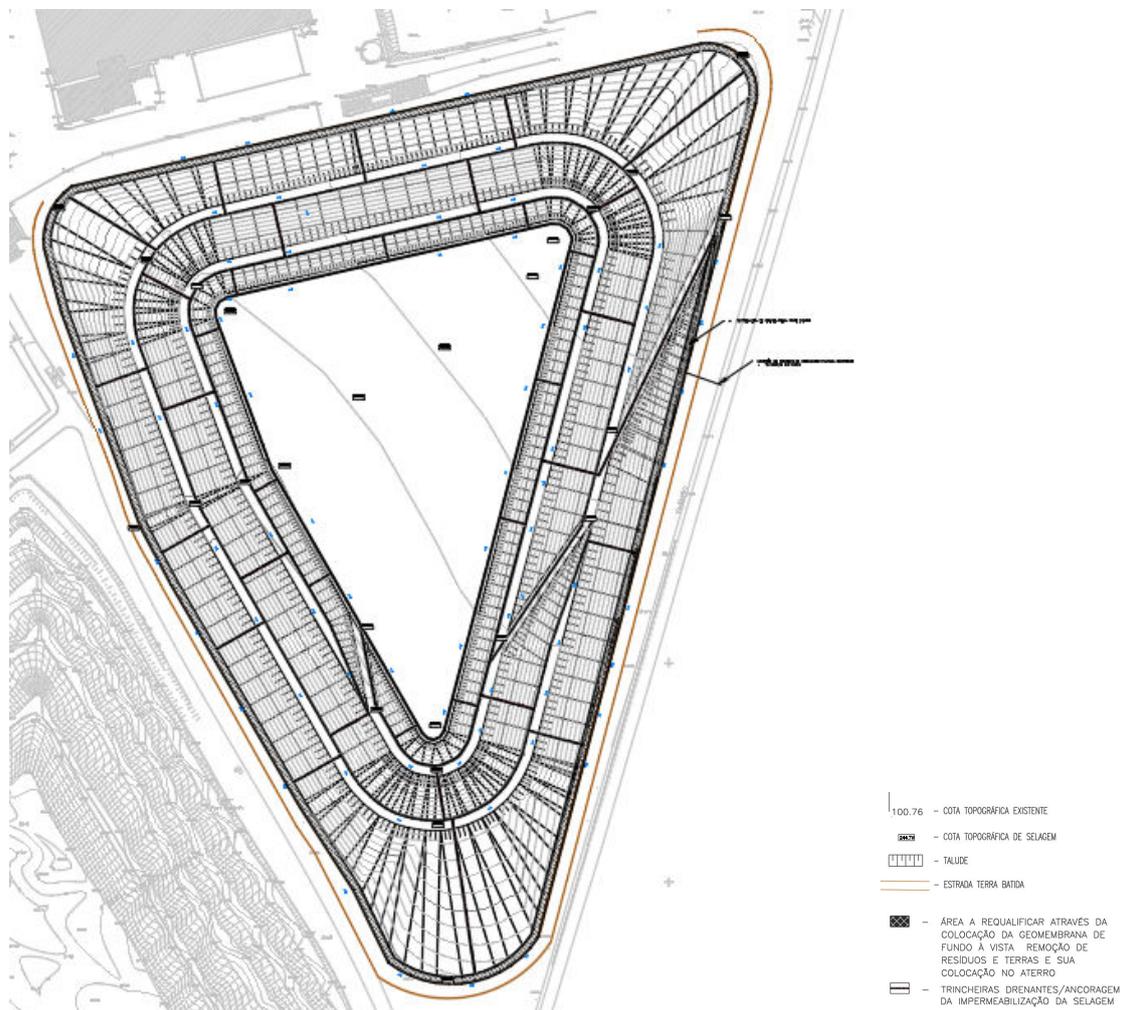
### 6.2 – CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA A DESENVOLVER

O sistema de drenagem pluvial terá as funções seguintes:

- Drenar o acesso periférico da Célula 2;
- Drenar os caudais pluviais da Célula 2 após a sua selagem final.

O sistema será constituído dos elementos seguintes (ver desenhos C21-01.EX.GR.02.0.006, C21-01.EX.GR.02.0.007 e C21-01.EX.GR.02.0.008):

- Na cúpula propõe-se uma camada drenante com 0,50 m e trincheiras drenantes;
- Nos taludes e banquetas propõe-se a colocação de uma camada drenante sintética e a execução de trincheiras drenantes;
- Na periferia do aterro propõe-se a execução de uma valeta em meia cana de betão  $\varnothing 500$  mm e caixas sumidouros que permitem a receção de todas as águas pluviais da cobertura da célula 2 e o encaminhamento para os sistemas de drenagem existentes;
- Ligação ao sistema de drenagem atualmente executado a Este (na estrada periférica).



**Figura 7 – Drenagem pluvial a desenvolver**

### 6.3 – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

No dimensionamento da valeta circundante em betão foram considerados os critérios estabelecidos no Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto, designadamente os valores dos parâmetros a e b da curva de possibilidade udométrica estabelecidos no Anexo IX e os coeficientes de escoamento estabelecidos no Anexo X. Foi considerado, no cálculo dos caudais pluviais, um período de retorno de dez anos, e uma duração de 10 minutos, que conduz a uma precipitação de 228 L/ha.s.

Nos alvéolos selados considerou-se um fator de escoamento de 30%. A situação crítica da rede de drenagem pluvial será pós exploração, quando todos os alvéolos forem selados. Assim, teremos:

ZONA	A (m <sup>2</sup> )	C	I (L/ha.s)	Q (l/s)	Q (l/min)
Zona norte	4,18	0,3	228,00	285,84	17150,41
Zona sul	4,18	0,3	228,00	285,84	17150,41

Figura 8 – Cálculo do caudal de águas pluviais a drenar

Nº do colector	Caudal de Calculo			Diâmetro (m)		Inclinação	b (-)	Q(n+1) (rad)	Q(n) (rad)	Q (rad)	h (m)	h/D (-)	Velocidade (m/s)	Pt (N/m <sup>2</sup> )
	(l/min)	(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)	DN	Dint.									
<b>R0</b>	17150,41	285,84	0,28584	0,500	0,4708	0,020	2,5312	2,7984	3,140	2,909	0,208	0,44	<b>3,852</b>	21,67
<b>R1</b>	17150,41	285,84	0,28584	0,500	0,4708	0,020	2,5312	2,7984	3,140	2,909	0,208	0,44	<b>3,852</b>	21,67

Figura 9 – Cálculo da velocidade e poder de transporte da meia cana de betão

Verificam-se todos os critérios de drenagem.

## MONITORIZAÇÃO E CONTROLO AMBIENTAL

### 7.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com o Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, o controlo e acompanhamento da exploração e o processo de encerramento e de manutenção após encerramento é da responsabilidade do operador do aterro.

Neste âmbito, são apresentadas as exigências legais respeitantes aos parâmetros a monitorizar durante as fases de exploração e após o encerramento do aterro. Estas exigências encontram-se definidas no Anexo III do Decreto-lei referido.

### 7.2 – FASE DE EXPLORAÇÃO

A fim de dar cabal cumprimento ao estipulado no Anexo III, Parte A, do Decreto-Lei nº 183/2009, o acompanhamento e controlo da exploração do aterro deverão abranger as seguintes vertentes:

- Controlo de assentamentos e enchimento das células;
- Controlo dos lixiviados brutos e tratados;
- Controlo das águas subterrâneas;
- Controlo das águas superficiais;
- Controlo dos gases emitidos;
- Controlo das condições meteorológicas.

Poderá ser incluído no plano de monitorização e controlo ambiental a medição dos níveis de ruído ambiente, de forma a avaliar se estão a ser cumpridas as disposições regulamentares em vigor.

## 7.2.1 – CONTROLO DE ASSENTAMENTOS E ENCHIMENTO

O controlo de assentamentos e enchimento deverá obedecer aos procedimentos e periodicidade apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2 – Controlo de assentamentos e enchimento**

Procedimento	Periodicidade
Controlar os potenciais assentamentos do terreno e da massa de resíduos depositada, mediante a colocação de marcos topográficos.	Anual
Realizar um levantamento topográfico da massa de resíduos depositada no aterro de forma a tornar possível a comparação e a sobreposição dos resultados obtidos com os resultados anteriores.	Anual

## 7.2.2 – CONTROLO DOS LIXIVIADOS

Deverão ser monitorizados o volume, o nível e a qualidade dos lixiviados produzidos no aterro, com a periodicidade e através das medições e determinações analíticas indicadas no Quadro 3.

**Quadro 3 – Controlo dos lixiviados**

	Periodicidade			
	Quinzenal	Mensal	Trimestral	Semestral
Controlo do nível dos lixiviados	X			
Monitorização do volume dos lixiviados		X		
Determinações analíticas (numa amostra)				
pH		X		
Condutividade		X		
CQO		X		
COT				X
Carbonatos/bicarbonatos			X	
Cianetos			X	
Cloretos		X		
Fluoretos				X
Amónio		X		

	Periodicidade			
	Quinzenal	Mensal	Trimestral	Semestral
Nitratos				X
Nitritos				X
Sulfatos				X
Sulfuretos				X
Alumínio				X
Bário				X
Boro				X
Cobre				X
Ferro				X
Manganésio				X
Zinco				X
Antimônio				X
Arsênio			X	
Cádmio			X	
Crômio total			X	
Crômio VI, se aplicável			X	
Merúrio			X	
Níquel				X
Chumbo			X	
Selênio				X
Cálcio				X
Magnésio				X
Potássio			X	
Sódio				X
Índice de fenóis			X	
AOX				X*
Hidrocarbonetos totais				X

\* Se AOX >10 mg/L, deverá ser realizada uma análise no sentido de apurar a presença dos compostos orgânicos clorados definidos pela entidade licenciadora.

A amostragem e a medição (volume e composição) dos lixiviados devem ser efetuadas separadamente em cada ponto em que surjam.

### 7.2.3 – CONTROLO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Antes do início da entrada em funcionamento da zona de exploração, e com o objetivo de dispor de um valor de referência para futuras análises, o operador do aterro deverá proceder à colheita de amostras e à análise dos piezômetros da rede de controlo e dos pontos de água subterrânea situados na área de influência do aterro.

Os parâmetros a medir e a respetiva periodicidade são apresentados no Quadro 4.

**Quadro 4 – Controlo das águas subterrâneas**

	Periodicidade				
	Antes do início exploração	Quinzenal	Mensal	Semestral	Anual
Medição do nível	X			X*	
Determinações analíticas					
pH	X		X		
Condutividade	X		X		
COT	X*			X**	
Carbonatos/bicarbonatos	X				X
Cianetos	X			X	
Cloretos	X		X		
Fluoretos	X				X
Amónia	X				X
Nitratos	X				X
Nitritos	X				X
Sulfatos	X				X
Sulfuretos	X				X
Alumínio	X				X
Bário	X				X
Boro	X				X
Cobre	X				X
Ferro	X				X
Manganésio	X				X
Zinco	X				X

	Periodicidade				
	Antes do início exploração	Quinzenal	Mensal	Semestral	Anual
Antimônio	X			X	
Arsênio	X			X	
Cádmio	X			X	
Crômio total	X			X	
Crômio VI, <i>se aplicável</i>	X			X	
Mercurio	X			X	
Níquel	X			X	
Chumbo	X			X	
Selênio	X			X	
Cálcio	X				X
Magnésio	X				X
Potássio	X			X	
Sódio	X				X
Índice de fenóis	X			X	
AOX	X				X

\* No caso de existência de níveis freáticos variáveis, esta frequência deve ser aumentada, devendo ainda ser efetuadas medições sempre que se justifique.

\*\* Se COT >15 mg/L, deverá ser realizada uma análise no sentido de apurar a presença de hidrocarbonetos.

Caso se verifique uma variação significativa na qualidade das águas, deverão ser seguidos os procedimentos definidos no Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009.

#### 7.2.4 – CONTROLO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Antes do início da entrada em funcionamento da zona de exploração, e no sentido de dispor de um valor de referência para futuras análises, o operador deverá proceder à recolha e análise de amostras das águas superficiais, em pelo menos dois pontos representativos, um a montante e outro a jusante do aterro.

Este controlo deverá ser efetuado com periodicidade trimestral nos mesmos pontos amostrados antes do início das operações de exploração. Os parâmetros a analisar deverão ser iguais aos adotados para a monitorização das águas subterrâneas com ajustamentos em função da periodicidade definida.

### **7.2.5 – CONTROLO DAS BACIAS DE LIXIVIADOS**

Deverá ser medido semanalmente, e sempre após uma precipitação significativa, o caudal de entrada de lixiviados na bacia de lixiviados. A capacidade disponível na bacia dos lixiviados deverá ser controlada diariamente.

### **7.2.6 – CONTROLO DE GASES**

Deverão ser medidos, mensalmente, os teores de metano, de oxigénio, de dióxido de carbono, e segundo as necessidades, de acordo com a composição dos resíduos depositados, outros gases (sulfureto de hidrogénio e hidrogénio) no biogás.

### **7.2.7 – DADOS METEOROLÓGICOS**

Devem ser registados pela estação meteorológica existente os seguintes dados:

- Volume de precipitação;
- Temperatura;
- Direção e velocidade do vento;
- Evaporação;
- Humidade atmosférica.

### **7.2.8 – FASE DE MANUTENÇÃO E CONTROLO APÓS ENCERRAMENTO**

O período obrigatório de manutenção e controlo é o exigido na licença, tendo em conta o período de tempo durante o qual o aterro possa representar perigo para o ambiente e para a saúde pública.

### **7.2.9 – CONTROLO DOS DADOS METEOROLÓGICOS**

Devem ser registados os seguintes parâmetros:

- Volume de precipitação diária, além dos valores mensais;
- Temperatura média mensal;
- Evaporação diária, além dos valores mensais;
- Humidade atmosférica média mensal.

### **7.2.10 – CONTROLO DE ASSENTAMENTOS E ENCHIMENTO**

Os assentamentos de terreno e da cobertura final do aterro deverão ser controlados anualmente.

### **7.2.11 – CONTROLO DOS LIXIVIADOS**

O volume e qualidade dos lixiviados gerados devem ser controlados semestralmente.

A amostragem e a medição (volume e composição) devem ser efetuadas separadamente em cada ponto em que surjam. As amostras a recolher deverão ser representativas da composição média.

### **7.2.12 – CONTROLO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

O controlo das águas superficiais deve ser efetuado com periodicidade semestral, nos mesmos pontos de amostragem considerados na fase de exploração.

### **7.2.13 – CONTROLO DE GASES**

Deve proceder-se ao controlo semestral do biogás através da medição dos parâmetros indicados em 7.2.6, recorrendo a tomas de amostragem instaladas no sistema de captação de biogás.

### **7.2.13 – CONTROLO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

Deverá proceder-se ao controlo semestral do nível piezométrico e da qualidade das águas subterrâneas nos piezómetros de controlo. Os parâmetros a medir deverão ser o pH, a condutividade e a concentração de cloretos.

Deverá ainda proceder-se ao controlo anual da qualidade das águas subterrâneas nos piezómetros da rede de controlo. As análises a realizar serão as mesmas referidas no ponto 7.2.3.

## CAPACIDADE ÚTIL DE ENCAIXE

De acordo com as medições efetuadas e pressupostos de cálculo adotados, estima-se que a capacidade útil de encaixe seja de cerca de 1.145.000 toneladas de resíduos urbanos.

**Quadro 7 – Capacidade útil de encaixe**

Abaixo da via circundante		
Volume de encaixe (modelação)	[m <sup>3</sup> ]	820 287
Bavetes separadoras	[m <sup>3</sup> ]	82 029
Volume de encaixe disponível (modelação)	[m <sup>3</sup> ]	738 258
Taxa de compactação	[ton/m <sup>3</sup> ]	0,9
Terras de cobertura	[m <sup>3</sup> ]	110 739
Capacidade de encaixe	[ton]	664 432
Capacidade de encaixe final	[ton]	553 694
Acima da via circundante		
Volume de encaixe (modelação)	[m <sup>3</sup> ]	1 123 000
Acesso ao topo	[m <sup>3</sup> ]	168 450
Volume de encaixe disponível (modelação)	[m <sup>3</sup> ]	954 550
Taxa de compactação	[ton/m <sup>3</sup> ]	0,9
Terras de cobertura	[m <sup>3</sup> ]	143 183
Área de selagem	[m <sup>2</sup> ]	83 579
Altura média de selagem	[m]	1,5
Volume útil de selagem	[m <sup>3</sup> ]	125 369
Capacidade útil de encaixe	[ton]	590 544
<b>TOTAL</b>	[ton]	<b>1 144 238</b>

Os pressupostos de cálculo são:

- Para o encaixe abaixo da via circundante:
  - Taxa de compactação = 0,9 t/m<sup>3</sup>;
  - Taxa de terras de cobertura diária face aos resíduos depositados = 15%;
  - Bavetes separadoras dos alvéolos = 10% do volume de encaixe;
  - Totalidade da célula usada no aterro de resíduos.

- Para o encaixe acima da via circundante:
  - Taxa de compactação = 0,9 t/m<sup>3</sup>;
  - Taxa de terras de cobertura diária face aos resíduos depositados = 15%;
  - Acesso ao topo do aterro = 15% do volume de encaixe;
  - Taludes de 5m de altura e inclinação 2H:1V;
  - Banquetas com 3,5 m;
  - Altura média da selagem = 1,5m.

A capacidade útil estimada, face ao projeto inicial, representa um acréscimo de cerca de 245.000 toneladas

---

## **ANEXO**

### **Desenhos**

---