

AMPLIAÇÃO DO ATERRO DE RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS DE CASTELO BRANCO – 3.ª CÉLULA

Dimensionamento da Estação de tratamento de Lixiviados

Conteúdo

1. Introdução	3
2. Caracterização do Sistema	3
3. Volume de Lixiviados	3
4. Produção de lixiviado em horizonte de projeto	4
5. Capacidade de tratamento da ETAL	9
6. Conclusão	10

1. Introdução

O presente documento tem por objetivo o dimensionamento da Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes (ETAL) associada ao Aterro de Resíduos Não Perigosos de Castelo Branco

Atualmente a ETAL é constituída por:

- Uma lagoa de armazenamento;
- Uma lagoa de evaporação;
- Um sistema de tratamento por Osmose Inversa.

O dimensionamento visa garantir a capacidade de tratamento a considerar após a construção da terceira célula.

2. Caracterização do Sistema

As células de aterro, em horizonte de projeto, terão uma área total de 57.563m².

As lagoas existentes possuem capacidade para armazenar 16.325 m³ de lixiviado.

Em Março de 2026 a ocupação das lagoas era de cerca de 75%. Está previsto, para o verão de 2026, a limpeza das lamas acumuladas, o que aumentará a capacidade disponível de armazenamento das lagoas.

O Sistema de tratamento por Osmose Inversa tem, atualmente, uma capacidade de tratamento de 30m³/dia.

A Osmose Inversa instalada possui uma capacidade nominal de 1,25m³/hora. Considerando o funcionamento em regime contínuo (24h/dia, 365 dias/ano), é possível tratar 30m³/dia de lixiviado.

3. Volume de Lixiviados

Atualmente, o sistema de Osmose Inversa não tem sido utilizado, optando-se por enviar o lixiviado para tratamento para ETAR devidamente autorizada para o efeito. Em 2025, foram encaminhados para tratamento externo 6.051m³, correspondendo a uma média diária de 16,6m³/dia.

Nos anos de 2024 e 2023, a média diária de lixiviado enviada para tratamento externo foi de 13,3m³/dia em cada ano.

Atualmente, encontra-se em processo de licenciamento a ampliação do aterro, prevendo a construção de uma terceira célula, sendo, por isso, necessário avaliar as condições da ETAL.

A avaliação da capacidade de tratamento de lixiviado considera o seguinte:

- A definição de lixiviado a produzir em horizonte de projeto com a nova célula, considerando uma tipologia de resíduos similar ao histórico do aterro;
- A garantia do volume nominal de tratamento de lixiviado nos meses de maior produção, correspondentes aos períodos de maior pluviosidade;
- A garantia da eficácia do tratamento nos meses de maior carga, correspondendo aos períodos secos.

Regista-se anualmente o volume de lixiviado efluente das células. Em 2025, foi apurado um volume total de 56 009m³, correspondendo a cerca de 153m³/dia. Estes valores encontram-se acima do expectável, quando comparados com os níveis registados nas lagoas e com os volumes anuais de precipitação, o que poderá indicar a existência de contributos adicionais não previstos ou eventuais anomalias no sistema de medição/registo.

Com base na análise da pluviosidade e na aferição da capacidade efetiva das lagoas, foi avaliado o funcionamento dos caudalímetros, tendo-se verificando que as respetivas leituras estavam a ser efetuadas de forma incorreta.

Face ao exposto, o histórico registado por estes equipamentos não constitui uma referência fiável para a definição do caudal de lixiviado no horizonte de projeto associado à construção da célula 3.

4. Produção de lixiviado em horizonte de projeto

A produção de lixiviados deve-se a três fatores:

- Queda de precipitação sobre os resíduos existentes na célula;
- Degradação da matéria orgânica;
- Precipitação sobre as áreas das lagoas.

Este último ponto, tem um peso muito significativo, visto que 100% da precipitação que cai sobre a área das lagoas origina lixiviados, enquanto parte da precipitação que cai na célula fica retida nos resíduos e terras de cobertura.

As áreas no aterro que dão origem a lixiviados, encontram-se na tabela seguinte:

Tabela 1. Áreas

Áreas no aterro que dão origem a lixiviado	Valor	
Área 1. ^a Célula (m ²) – preenchida	21 726	
Área 2. ^a Célula (m ²) – preenchida na quase totalidade	18 837	57 563
Área 3. ^a Célula (m ²) - projetada	17 000	
Área da primeira lagoa (m ²)	3 448	5 837
Área da segunda lagoa (m ²)	2 389	
Soma de áreas de produção de lixiviado	63 400	

Para estimativa da produção de lixiviado em horizonte de projeto e definição da capacidade de tratamento, deverá projetar-se o resultado do balanço hídrico no aterro, que relaciona a precipitação com a produção de lixiviado, considerando fatores de infiltração.

Fórmula base simplificada: $VL = (P - E - ET) \times A \times F$

VL = Volume de lixiviado

P = Precipitação

E = Escoamento Superficial

ET = Evapotranspiração

A = Área da bacia de contribuição

F - Fator de Infiltração

Área da bacia de contribuição (A)

De acordo com o quadro anterior, esta área corresponde a 57 563 m².

Deve ainda considerar-se como área de retenção de precipitação, apesar de sujeita a evaporação, a área das lagoas, que corresponde a 5 837 m².

Precipitação (P)

A precipitação registada nos últimos 5 anos pelo IPMA em Castelo Branco corresponde aos valores descritos no quadro seguinte:

Ano	Soma de Precipitação (mm)
2020	857
2021	537
2022	400
2023	918
2024	908
2025	636
Média (2020 - 2025)	709

Para efeitos de dimensionamento, deve considerar-se um valor correspondente aos anos de maior precipitação, para que a capacidade de tratamento não fique comprometida nos períodos de maior produção de lixiviados.

O valor a considerar para dimensionamento da produção de lixiviado em horizonte de projeto é de 900 mm/ano.

Escoamento Superficial (E)

Para seleção do valor do coeficiente de escoamento (E) no aterro de RNP de Castelo Branco, foram considerados os seguintes fatores:

- A célula 1 e 2, possuem significativa inclinação e terras de cobertura que propiciam bom escoamento;
- Os resíduos e terras de cobertura possuem boa compactação;
- A célula 3, enquanto se encontrar ativa, contribui com maior acumulação / menor escoamento da precipitação;
- Chuvas pontuais, que geram elevado escoamento e menor infiltração;
- O valor de escoamento selecionado é de 0,3, na escala de 0 a 1.

Evapotranspiração (ET)

A evaporação (solo, resíduos, água superficial) e transpiração (plantas) reduz a água disponível para infiltração, reduzindo a produção de lixiviado.

Para seleção do valor do coeficiente para a ET neste aterro, tem-se em consideração o seguinte:

- As temperaturas são elevadas nos meses de verão;
- A localização do aterro é moderadamente ventosa;
- Não há vegetação relevante sobre a cobertura;

- A cobertura dos resíduos é diária;
- No verão, admite-se que a produção de lixiviado é praticamente nula devido à elevada evapotranspiração.
- O valor para o coeficiente de ET a considerar nas células de aterro, de forma equilibrada, é 0,4, na escala de 0 a 1.

Fator de Infiltração (F)

A água infiltrada no aterro, podendo ficar retida nos resíduos e evaporar posteriormente, contribui para a produção de lixiviado, sendo requerido um fator de infiltração.

Considerando a tipologia de resíduos depositados, que o aterro combina as células 1 e 2 em estabilização e 3ª em exploração, define-se um fator de 0,8, na escala de 0 a 1.

Volume de lixiviado (VL)

O resumo dos valores base para o dimensionamento da produção do lixiviado descreve-se no quadro seguinte:

Fórmula / parâmetros		Valor	Un
Coeficiente de escoamento		0,3	-
Fator de evapotranspiração		0,4	-
Fator de infiltração		0,8	-
VL = (P - E - ET) x A x F			
P	Precipitação	900	mm/ ano
E	Escoamento Superficial	270	mm/ ano
ET	Evapotranspiração	360	mm/ ano
P - E - ET	Infiltração para produção de lixiviado	270	mm/ ano
A	Área da bacia de contribuição	57 563	m ²
F	Fator de Infiltração	0,8	-
VL	Lixiviado produzido pelas células	12 434	m³/ano
		34,1	m³/dia

Contribuição da Área das Lagoas

Opta-se por considerar o contributo das lagoas para a volume de lixiviado, apesar do fenómeno de evaporação nos meses secos contribuir significativamente para anular o efeito da precipitação acumulada nas mesmas.

Assim, deduz-se que o volume a acumular pelas lagoas, contribuindo para o volume de lixiviado, é o seguinte:

Fórmula / parâmetros		Valor	Un
Coeficiente de escoamento		0,0	-
Fator de evapotranspiração		0,9	-
Fator de infiltração		1,0	-
VL = (P - E - ET) x A x F			
P	Precipitação	900	mm/ ano
E	Escoamento Superficial	0	mm/ ano
ET	Evapotranspiração	810	mm/ ano
P - E - ET	Infiltração para produção de lixiviado	90	mm/ ano
A	Área da bacia de contribuição	5 837	m ²
F	Fator de Infiltração	1	
VL	Volume acumulado nas lagoas	525	m ³ /ano
		1,4	m ³ /dia

Em suma, o volume total de lixiviado a produzir pelo aterro em horizonte de projeto é o seguinte:

- Escoamento das células: 34,1 m³/dia;
- Acumulação de precipitação das lagoas: 1,4 m³/dia;
- Total: 35,5 m³/dia, 12 959 m³/ano

5. Capacidade de tratamento da ETAL

De acordo com o anteriormente apresentado, a capacidade de tratamento da ETAL deve ser a seguinte:

Tabela 2. Capacidade de tratamento

Designação	Valor	Un
Caudal de lixiviado a tratar por ano	12 959	m ³ /ano
Caudal de lixiviado a tratar por dia	35,5	m ³ /dia
Média de dias de funcionamento do sistema de tratamento por ano	250	dias/ano
Média de dias de funcionamento do sistema de tratamento por semana	5	Dias/semana
Média de horas diárias de funcionamento do sistema de tratamento	10	h/dia
Caudal horário	5,18	m ³ /h
Caudal nominal de tratamento	5,5	m ³ /h
	55	m ³ /dia

Condições de descarga da água tratada e a reutilizar

A qualidade da água tratada deve estar em conformidade com a licença de descarga.

Como referência do dimensionamento da capacidade de tratamento, deve ter-se como objetivo as condições da licença atribuída em 2019/10/24, Licença de descarga n.º L006430.2018.RH5A-T1, cujos VLE estão descritos no quadro do ponto 2 - Caracterização Físico-Química do Lixiviado produzido pelo Aterro.

Etapas de tratamento da ETAL

As etapas da ETAL deverão ser as seguintes:

- Armazenamento na lagoa 1;
 - Arejamento do lixiviado na lagoa 1, ou outro tratamento para a redução da concentração de azoto;
- Evaporação na lagoa 2;
- Osmose Inversa para um caudal de nominal de 5,5 m³/h;

6. Conclusão

O dimensionamento realizado permite concluir que:

- A produção média de lixiviado, em horizonte de projeto, é de 35,5 m³/dia;
- O volume total das lagoas é suficiente para garantir o armazenamento da produção de lixiviados por um período superior a um ano;
- O atual Sistema de tratamento por Osmose inversa (30m³/dia), tem capacidade para tratar grande parte do lixiviado estimado para o horizonte de projeto (três células).

De acordo com o dimensionamento apresentado, verifica-se que a ETAL dispõe de capacidade para receber e tratar os lixiviados gerados no horizonte de projeto. Contudo, com o objetivo de reforçar a eficiência do tratamento por Osmose Inversa, propõe-se a ampliação da capacidade instalada para, no mínimo, 5,5 m³/hora,

Esta solução prevê a rejeição de água tratada no meio hídrico, bem como a sua reutilização em operações de lavagem e rega. O processo de licenciamento de descarga e reutilização será atualizada após a conclusão do presente processo de licenciamento.