



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil



Construção do aterro sanitário da Abrunheira

Nuno André Fernandes Antunes Fernandes

Licenciado em Engenharia Civil

Estágio para a obtenção ao grau de mestre em Engenharia Civil na área de
especialização de Edificações em Engenharia civil

Orientador:

Profª Doutora Maria da Graça Dias Alfaro Lopes , ISEL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Filipe Manuel Vaz Vasques, ISEL

Vogais:

Profª Doutora Madalena Barroso, LNEC

Profª Doutora Maria da Graça Dias Alfaro Lopes, ISEL

Janeiro de 2021

Resumo

O presente Trabalho Final de Mestrado tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas ao longo da realização de um estágio curricular na Empresa Tomás de Oliveira Empreiteiros, SA, no âmbito do Mestrado em Engenharia Civil, área de especialização de Edificações, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

No relatório são descritas as atividades desenvolvidas no período de quatro meses em que se realizou o estágio, evidenciando-se as características de execução e direção de obra da empreitada “Conclusão do aterro Sanitário do Ecoparque da Abrunheira”.

Concretamente, o estágio traduziu-se nas seguintes atividades:

- Construção do sistema de confinamento do aterro;
- Realização dos acessos ao aterro sanitário;
- Construção de edifícios (Portarias e Parque de Máquinas);
- Realização das infraestruturas de drenagem;
- Acompanhamento de qualidade, ambiente, saúde e segurança;
- Acompanhamento da faturação;
- Análise das atividades desenvolvidas.

Palavras-chave:

Aterro sanitário, execução de obra, direção de obra, segurança, qualidade e saúde.

Abstract

The purpose of this Master's internship is to describe the activities developed during the course of a curricular internship at the company Tomás de Oliveira Empreiteiros, SA, within the scope of the Master in Civil Engineering, Building Specialization area, of the Higher Institute of Engineering of Lisbon (ISEL).

The report describes the activities carried out during the four-month period during which the internship was carried out, evidencing the execution and management characteristics of the project "Completion of the Ecoparque da Abrunheira Sanitary Landfill".

Specifically, the internship consisted of the following activities:

- Construction of landfill confinement system;
- Access to landfill;
- Construction of buildings (Ordinances and Machine Park);
- Implementation of drainage infrastructures;
- Quality, environment, health and safety monitoring;
- Billing tracking;
- Analysis of the activities carried out.

Keywords:

Landfill, construction work, construction management, safety, quality and health.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| RESUMO | I |
| ABSTRACT..... | III |
| CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Enquadramento..... | 1 |
| 1.2 Motivação..... | 2 |
| 1.3 Objetivos | 2 |
| 1.4 Estrutura do relatório de estágio | 2 |
| CAPÍTULO 2 APRESENTAÇÃO DA OBRA | 5 |
| CAPÍTULO 3 LEGISLAÇÃO EM VIGOR | 9 |
| 3.1 Legislação na execução de aterros de resíduos..... | 9 |
| 3.1.1 Classificação de aterros | 9 |
| 3.1.2 Requisitos gerais a observar | 10 |
| 3.1.2.1 Requisitos relativos à localização de aterros | 10 |
| 3.1.2.2 Requisitos relativos ao controlo de emissões e proteção do solo e água | 10 |
| 3.1.2.3 Requisitos de estabilidade | 12 |
| 3.1.2.4 Requisitos relativos a equipamentos, instalações e infra-estruturas de apoio..... | 12 |
| CAPÍTULO 4 PROCESSOS E PROCEDIMENTOS NA EXECUÇÃO DA OBRA | 15 |
| 4.1 Considerações iniciais | 15 |
| 4.2 Fase inicial da obra..... | 15 |
| 4.3 Responsabilidades da direção de obra | 17 |

| | |
|--|----|
| 4.4 Processos e procedimentos externos na fase de execução da obra | 18 |
| 4.5 Processos e procedimentos internos na fase de execução da obra..... | 19 |
| 4.5.1 Movimentação de Terras | 19 |
| 4.5.2 Colocação de geossintéticos | 20 |
| 4.5.2.1 Uniões das geomembranas | 21 |
| 4.5.2.2 Verificação da qualidade das uniões das geomembranas | 23 |
| 4.5.3 Execução dos sistemas de drenagem de águas pluviais e de lixiviados..... | 26 |
| 4.5.4 Execução de Edificações | 28 |
| 4.5.4.1 Betão..... | 28 |
| 4.5.4.2 Cofragem e escoramentos..... | 29 |
| 4.5.4.3 Armaduras | 31 |
| 4.5.4.4 Ensaio de controlo do betão | 32 |
| 4.5.4.5 Alvenarias..... | 32 |
| 4.5.4.6 Rebocos | 35 |
| 4.5.4.7 Impermeabilizações..... | 35 |
| 4.5.4.8 Divisórias e tetos falsos | 36 |
| 4.5.4.9 Revestimento de pavimentos e paredes | 37 |
| 4.5.4.10 Instalações elétricas, telefónicas e de segurança..... | 38 |
| 4.5.4.11 Instalações mecânicas de AVAC..... | 38 |
| 4.6 Planeamento | 40 |
| 4.7 Controlo de qualidade ambiente, segurança e saúde | 42 |
| 4.7.1 Controlo de qualidade..... | 42 |
| 4.7.2 Segurança e Saúde..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 4.7.3 Ambiente | 44 |
| 4.8 Faturação | 45 |
| | |
| CAPITULO 5 PLANO DE MELHORIAS A APLICAR EM PROCESSOS E PROCEDIMENTOS DE DIREÇÃO DE OBRA..... | 49 |
| 5.1 Considerações iniciais | 49 |
| 5.2. Bases processuais | 49 |
| 5.3 Processos de melhoria | 50 |
| 5.3.1 Movimentações de terras | 50 |
| 5.3.2 Aplicação nos procedimentos de qualidade..... | 51 |
| | |
| CAPITULO 6 CONCLUSÕES O SOBRE O ESTÁGIO | 53 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2.1- Planta Do Ecomparque Da Abrunheira [1] | 5 |
| Figura 2.2 - Portaria [1] | 6 |
| Figura 2.3 – Parque De Máquinas [1] | 6 |
| Figura 2.4 – Células I E Ii | 7 |
| Figura 3.1 – Sistema De Proteção Ambiental Ativo E Passivo [3] | 12 |
| Figura 3.2 – Aterros De Resíduos: Infra-Estruturas Complementares E Instalações De Apoio [3] | 13 |
| Figura 4.1 – Exemplo De Contentor Ferramentaria (Lado Esquerdo) E Portaria (Lado Direito) . | 17 |
| Figura 4.2 – Sistema De Confinamento De Fundo Do Aterro [3] | 20 |
| Figura 4.3 – Colocação Da Geomembrana No Talude E Base [1]..... | 21 |
| Figura 4.4 – Máquina De União E Por Termofusão [1]..... | 22 |
| Figura 4.5 – União Por Extrusão [1]..... | 22 |
| Figura 4.6 – Ensaio De Vácuo [1]..... | 23 |
| Figura 4.7 – Ensaio De Sparktest [1]..... | 24 |
| Figura 4.8 – Ensaio De Pressão De Ar [1] | 24 |
| Figura 4.9 – Ensaio Destrutivos De Arranque E Corte [1] | 25 |
| Figura 4.10 – Sistema De Drenagem Lixiviados E Águas Pluviais [1]..... | 27 |
| Figura 4.11 – Exemplo De Soldadura De Tubo Pead Do Tipo Topo-A-Topo | 28 |
| Figura 4.12 – Estrutura Em Betão Armado Da Portaria | 29 |
| Figura 4.13 – Cofragem Doka (Portaria A) | 30 |

| | |
|--|----|
| Figura 4.14 – Vista Geral Das Cofragens E Armaduras, Antes Dos Trabalhos De Betonagem | 31 |
| Figura 4.15 – Alvenaria De Tijolo..... | 33 |
| Figura 4.16 – Vassentamento De Fiada De Tijolo [1] | 33 |
| Figura 4.17 – Verificação De Aprumo A Alinhamento De Uma Parede [1]..... | 34 |
| Figura 4.18 – Aplicação Telas Impermeabilização Na Portaria | 36 |
| Figura 4.19 – Exemplo De Fixação Do Teto Em Pladur..... | 37 |
| Figura 4.20 – Instalações Elétricas E Telecomunicações..... | 38 |
| Figura 4.21 – Avac Na Portaria | 39 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 3.1 - Requisitos mínimos a que devem obedecer as diferentes classes de aterro..... | 9 |
| Tabela 3.2 - Condições de permeabilidade e espessura da barreira passiva..... | 11 |
| Tabela 4.1 - Rejeição ou aceitação de resultados de soldaduras de geomembranas em PEAD. | 26 |
| Tabela 4.2 - Exemplo de planeamento enviado para execução de trabalhos contratuais | 41 |
| Tabela 4.3 - Plano de controlo, inspeção e ensaios | 42 |
| Tabela 4.4 - Exemplo auto de medição | 47 |

CAPÍTULO 1 Introdução

1.1 Enquadramento

A gestão dos resíduos é sobretudo uma questão de saúde pública.

Muito embora a deposição direta em aterro deva tendencialmente diminuir nos próximos anos, os aterros sanitários serão sempre necessários, quer para a deposição de refugos resultantes de outros métodos de tratamento de resíduos, quer em situações de paragem frequentes de emergência de outras infraestruturas.

A união Europeia prevê exigências técnicas restritas para os resíduos e aterros de resíduos, de modo a evitar e reduzir os efeitos negativos sobre o ambiente nomeadamente sobre a atmosfera, solos, águas superficiais e subterrâneas.

A legislação estipula condições de admissão de resíduos em aterros e requisitos técnicos, dos quais se destacam:

- Requisitos de localização;
- Requisitos relativos ao controlo de emissões e proteção do solo e água;
- Requisitos de estabilidade;
- Requisitos de equipamento, instalações e infra-estruturas de apoio;
- Requisitos de encerramento e interligação paisagística.

A consciencialização de preservar a saúde pública, qualidade do meio ambiente e proteção dos solos e recursos hídricos é responsável pela evolução significativa nos últimos 20 anos na conceção e construção de aterros sanitários em Portugal exigindo-se cada vez mais a otimização das técnicas de projeto e construção.

Assim, os aterros de resíduos são hoje obras de engenharia estruturalmente complexas envolvendo infraestruturas complementares (estações de tratamento de lixiviados, estações de triagem, estações de valorização orgânica, etc.) e instalações de apoio (portarias, parque de máquinas, oficinas, etc.).

A participação num trabalho com esta diversidade é por isso muito desafiante por envolver uma grande multidisciplinaridade a nível dos técnicos envolvidos e das áreas de intervenção.

1.2 Motivação

A escolha da modalidade estágio prende-se com o facto de que este permitirá o desenvolvimento de competências em ambiente profissional adquirindo conhecimentos práticos que irão complementar os conhecimentos adquiridos a nível académico.

A escolha do tema prende-se com o interesse pessoal, mas também profissional, por ser nesta área que exerce a atividade.

1.3 Objetivos

O estágio teve como principal objetivo o acompanhamento da realização de um aterro sanitário na zona de Mafra e respetivas instalações de apoio. Este estágio englobou nomeadamente as seguintes atividades:

- Construção do sistema de confinamento do aterro;
- Realização dos acessos ao aterro sanitário;
- Construção de edifícios (Portarias e Parque de máquinas);
- Acompanhamento da qualidade e segurança em obra;
- Análise crítica das atividades realizadas;
- Plano de melhorias.

1.4 Estrutura do relatório de estágio

O relatório está organizado em 6 capítulos, para além das referências bibliográficas.

No primeiro capítulo “Introdução” serão apresentados o enquadramento do tema, a motivação, os objetivos e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo “apresentação da obra” será descrita a visão da obra no seu todo, seguida da apresentação das várias fases da obra a realizar.

No terceiro capítulo “legislação em vigor”, será apresentada a legislação e normalização aplicável.

No quarto capítulo “processos e procedimentos na execução da obra”, serão apresentados todos os processos em fase de execução da empreitada em questão.

No quinto capítulo “plano de melhorias a aplicar em processos e procedimentos de direção de obra”, começa-se a descrever a metodologia que será seguida para a elaboração de um planeamento adequado e relativamente à parte de qualidade, saúde e segurança serão demonstrados os processos a implementar para redução dos riscos.

No sexto capítulo serão apresentadas as “conclusões sobre o estágio” realizado.

CAPÍTULO 2 Apresentação da obra

O estágio realizado na empresa Tomás de Oliveira Empreiteiros, SA foi no âmbito do acompanhamento da empreitada “Conclusão do Aterro Sanitário do Ecoparque da Abrunheira”.

O Ecoparque da Abrunheira está localizado na Abrunheira (Mafra), limitado a norte pela estrada municipal da Abrunheira e a sul pela autoestrada A21. Estas instalações estão vocacionadas para a receção, triagem, processamento e destino final de resíduos sendo compostas pela central de digestão anaeróbia (CDA), aterro sanitário, estação de tratamento de lixiviantes (ETAL) e do ecocentro (FIGURA 2.1).

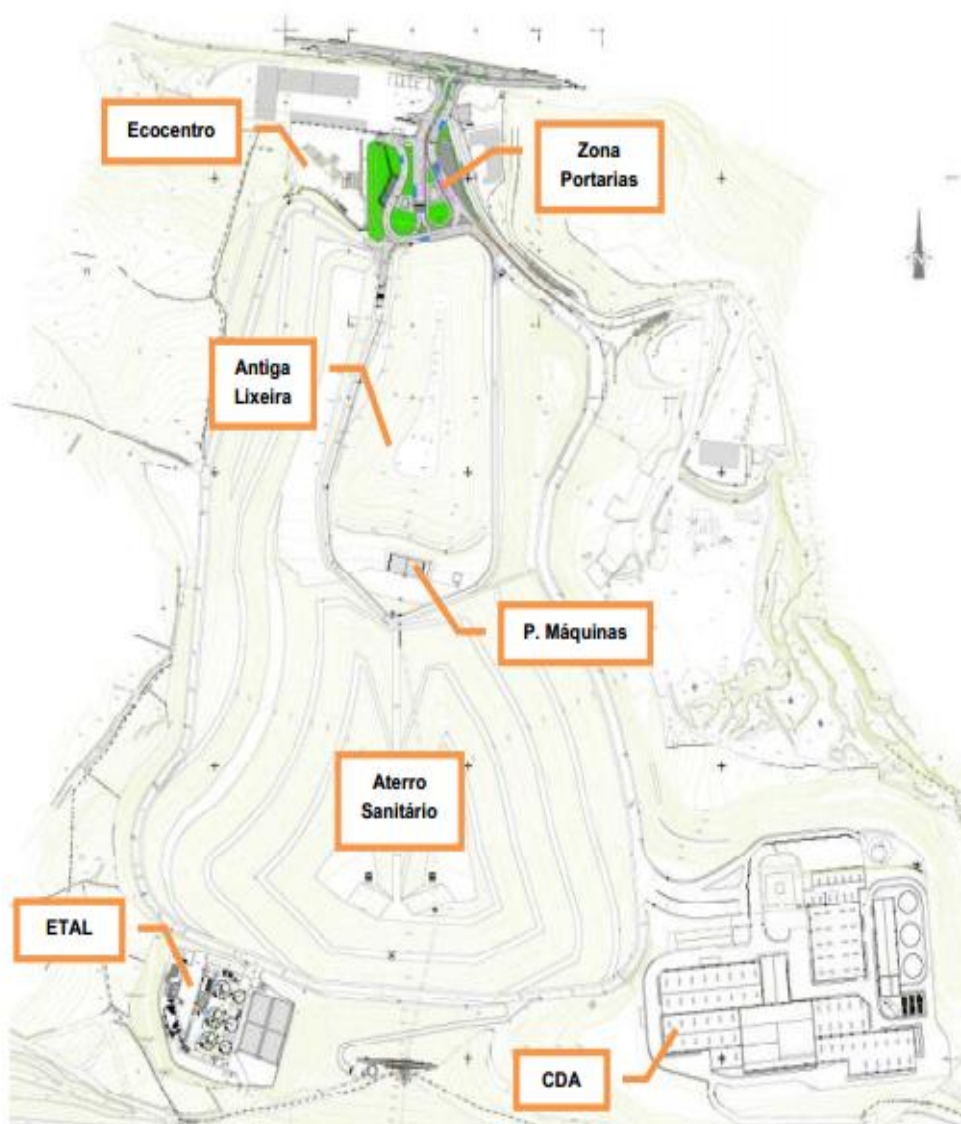


FIGURA 2.1- PLANTA DO ECOPARQUE DA ABRUNHEIRA [1]

Numa primeira fase foram realizados o Ecocentro, a Central de digestão Anaeróbia, a Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes e o encerramento de uma lixeira.

O estágio incidu sobre a segunda fase da obra que incluiu a realização do confinamento do Aterro Sanitário de resíduos não perigosos, de duas portarias (FIGURA 2.2), um Parque de máquinas industriais (FIGURA 2.3) e a conclusão da rede de infraestruturas (viária e de drenagem).



FIGURA 2.2 - PORTARIA [1]



FIGURA 2.3 – PARQUE DE MÁQUINAS [1]

Neste caso trata-se de um aterro para resíduos não perigosos e, atendendo às características topográficas do terreno, para maximizar a capacidade de encaixe dos resíduos a serem depositados foram consideradas três células de deposição (Figura 2.4):

Célula I – com cinco patamares intermédios.

Célula II – com quatro patamares intermédios.

Célula III – resultante do preenchimento das células I e II.



FIGURA 2.4 – CÉLULAS I E II

CAPÍTULO 3 Legislação em vigor

3.1 Legislação na execução de aterros de resíduos

Abordar-se-á neste item o regime jurídico no que respeita ao confinamento de resíduos, às características técnicas e requisitos a observar na conceção, licenciamento, construção e exploração de aterros.

3.1.1 Classificação de aterros

De acordo com decreto-lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto, os aterros de resíduos são classificados numa das seguintes classes [2]:

- Aterros para resíduos inertes;
- Aterros para resíduos não perigosos;
- Aterros para resíduos perigosos.

Os aterros de resíduos, em função da respetiva classe, devem obedecer aos requisitos mínimos apresentados na TABELA 3.1.

TABELA 3.1 - REQUISITOS MÍNIMOS A QUE DEVEM OBEDECER AS DIFERENTES CLASSES DE ATERRO [2]

| Categoria do aterro | Resíduos inertes | Resíduos não perigosos | Resíduos perigosos |
|--|------------------|------------------------|--------------------|
| Sistema de protecção ambiental passiva: Barreira de segurança passiva | Sim | Sim | Sim |
| Sistema de protecção ambiental activa: Barreira de impermeabilização artificial | | Sim | Sim |
| Sistema de drenagem de águas pluviais | | Sim | Sim |
| Sistema de drenagem e recolha de lixiviados | | Sim | Sim |
| Sistema de drenagem e tratamento de biogás | | (*) | (*) |
| Sistema de encerramento Camada de drenagem de gases | | (*) | (*) |
| Barreira de impermeabilização artificial | | | Sim |
| Camada mineral impermeável | | Sim | Sim |
| Camada de drenagem > 0,5 m | | Sim | Sim |
| Cobertura final com material terroso > 1m | Sim | Sim | Sim |
| Instalações e infra-estruturas de apoio: Vedação | Sim | Sim | Sim |
| Portão | Sim | Sim | Sim |
| Vias de circulação | Sim | Sim | Sim |
| Queimador de biogás | | (*) | (*) |

(*) A definir em função do tipo de resíduos admitidos no aterro.

3.1.2 Requisitos gerais a observar

Os aterros de resíduos estão sujeitos ao cumprimento de requisitos técnicos relativos à localização, ao controlo de emissões e proteção do solo e das águas, à estabilidade, aos equipamentos, às instalações e infra-estruturas de apoio, ao encerramento e à integração paisagística, que se apresentam nos itens subsequentes [2].

3.1.2.1 Requisitos relativos à localização de aterros

A conceção de um aterro de resíduos deve garantir as condições necessárias para evitar a poluição do ar, do solo, das águas subterrâneas e das águas superficiais.

A criação destes locais de confinamento de resíduos deve ter em conta [2]:

- A distância do perímetro do local relativamente às áreas residenciais e recreativas, cursos de água, massas de água e outras zonas agrícolas e urbanas;
- A existência na zona do aterro ou circundantes de águas subterrâneas ou costeiras, ou de áreas protegidas;
- As condições geológicas e hidrogeológicas locais e da zona envolvente;
- Os riscos de cheias, de aluimento, de desabamento de terra ou de avalanches na zona.

A instalação de um aterro de resíduos só é autorizada se, face às características do local, no que se refere aos aspetos acima mencionados, e sobretudo se as medidas corretivas (por exemplo a execução de uma camada impermeabilizadora sobre os taludes) não acarretarem qualquer risco grave para o ambiente e para a saúde pública.

3.1.2.2 Requisitos relativos ao controlo de emissões e proteção do solo e água

A camada de solo subjacente ao aterro deve constituir uma barreira de segurança passiva, devendo garantir, tanto quanto possível, a prevenção da poluição dos solos e das águas subterrâneas e de superfície pelos resíduos e lixiviados. Esta barreira deve ser constituída por uma formação geológica de baixa permeabilidade e espessura adequada consoante a classe do aterro (TABELA 3.2):

TABELA 3.2 – CONDIÇÕES DE PERMEABILIDADE E ESPESSURA DA BARREIRA PASSIVA [2]

| Classe do aterro | Aterro para resíduos inertes | Aterro para resíduos não perigosos | Aterro para resíduos perigosos |
|---|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Coefficiente de permeabilidade (K, m/s) | $\leq 1 \times 10^{-7}$ | $\leq 1 \times 10^{-9}$ | $\leq 1 \times 10^{-9}$ |
| Espessura (m) | ≥ 1 m | ≥ 1 m | ≥ 5 m |

Caso a barreira geológica não ofereça naturalmente as condições descritas na TABELA 3.2 deve ser complementada e reforçada artificialmente por outros meios ou materiais que assegurem uma proteção equivalente.

Para além do sistema ambiental passivo, os aterros de resíduos (com exceção dos aterros para resíduos de inertes) devem ter um sistema de proteção ambiental ativo sobrejacente àquele que assegure as seguintes funções [2]:

- Impedir a infiltração das águas de precipitação pela base e taludes de confinamento do aterro;
- Controlar a infiltração de águas superficiais e ou subterrâneas nos resíduos depositados;
- Captar as águas contaminadas e lixiviados, garantindo que a sua acumulação na base do aterro se mantenha a um nível mínimo;
- escoar para o sistema de tratamento as águas contaminadas e os lixiviados captados do aterro;
- Captar, tratar e, se possível, valorizar o biogás produzido.

O sistema de proteção ambiental ativo é normalmente constituído por:

- Uma barreira de impermeabilização artificial (constituída por uma geomembrana ou dispositivo equivalente);
- Um sistema de drenagem de águas pluviais;
- Um sistema de captação, drenagem e recolha de lixiviados;
- Um sistema de captação, drenagem e tratamento de biogás.

Na FIGURA 3.1 exemplifica-se a composição dos sistemas de proteção ativo e passivo:

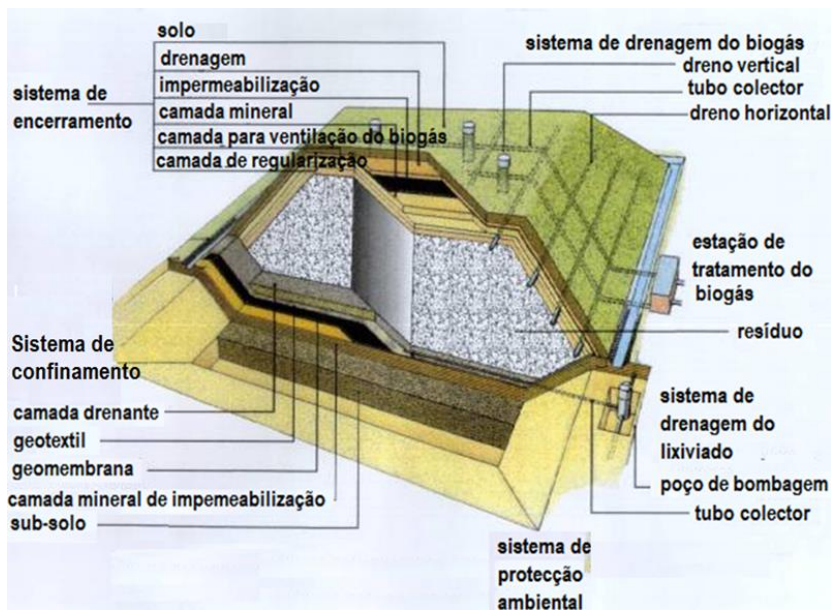


FIGURA 3.1 – SISTEMA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL ATIVO E PASSIVO [3]

3.1.2.3 Requisitos de estabilidade

A deposição dos resíduos no aterro deve ser realizada de modo a assegurar a estabilidade da massa de resíduos e das estruturas associadas, nomeadamente no sentido de evitar deslizamentos e ou derrubamentos [2].

Sempre que é criada uma barreira artificial, deve garantir -se que o substrato geológico, considerando a morfologia do aterro, é suficientemente estável para evitar assentamentos que possam danificar essa barreira [2].

3.1.2.4 Requisitos relativos a equipamentos, instalações e infra-estruturas de apoio

O aterros de resíduos devem ser dotados de equipamentos, instalações e infra-estruturas de apoio que permitam uma adequada exploração, reduzindo ao mínimo os efeitos para o ambiente provocados por [2] :

- Incêndios;
- Emissão de cheiros e poeiras;
- Elementos dispersos pelo vento;
- Ruído e tráfego;
- Aves, roedores e insetos.

O aterro de resíduos deve ser concebido de modo a garantir que não haja dispersão de poluentes na via pública ou nos terrenos adjacentes. O aterro deve ter uma proteção adequada que impeça o livre acesso ao local. O sistema de controlo e de acesso à instalação deve incluir medidas para detetar e dissuadir qualquer descarga ilegal na instalação (Figura 3.2).



FIGURA 3.2 – ATERROS DE RESÍDUOS: INFRA-ESTRUTURAS COMPLEMENTARES E INSTALAÇÕES DE APOIO [3]

CAPÍTULO 4 Processos e procedimentos na execução da obra

4.1 considerações iniciais

O presente capítulo destina-se a relatar a aprendizagem obtida no acompanhamento da execução da obra.

Neste capítulo serão salientados os processos e procedimentos na execução da obra seguidos pela empresa TOMAS DE OLIVERA S.A. que o estagiário teve oportunidade de participar, nomeadamente os processos relativos ao planeamento de obra, implementação de meios humanos e de máquinas, implementação de procedimentos de qualidade segurança e saúde no que respeita às seguintes atividades:

- Movimentação de terras;
- Execução de edifícios de apoio;
- Aplicação de geossintéticos;
- Execução do sistema de águas pluviais e de lixiviados;
- Faturação;
- Planeamento e produtividade;
- Controlo de qualidade, ambiente, segurança e saúde.

4.2 Fase inicial da obra

A fase inicial da empreitada passou por uma avaliação de todo o processo da empreitada, tendo em conta as normas de qualidade e segurança da empresa. O diretor de obra, auxiliado pela equipa de controlo de planeamento e produção, ao analisar a obra tendo em conta a proposta inicial de concurso iniciou uma revisão da orçamentação para deteção de eventuais erros e analisou eventuais trabalhos de subempreitadas face ao tempo disponível e capacidade da empresa para execução da empreitada.

A partir desta reorçamentação procedeu-se ao planeamento da obra propriamente dita, através da definição de uma distribuição de recursos que se pretendeu equilibrada e que fosse ao encontro das necessidades da obra. Assim, foram definidas as quantidades de mão-de-obra, equipamentos e outros recursos a utilizar e organizadas as várias frentes de trabalho de forma a otimizar os recursos e otimizar o tempo disponível, baseada na experiência adquirida em outras empreitadas, considerando rendimentos médios.

Seguidamente estabeleceu-se a organização e dimensão do estaleiro local começando pela definição do local específico de implantação das instalações de apoio técnico e administrativo de forma a maximizar o espaço útil em função das necessidades, ou seja, a organização foi pensada e efetuada de forma a otimizar as operações de deslocação dos equipamentos, operários e materiais, para assegurar uma eficaz execução da obra. De facto, antes do início da obra o estaleiro local foi pensado como um todo, tendo sido contempladas diversas condicionantes, nomeadamente:

- Condições ambientais do local a implantar: foram analisadas no local de forma a minimizar o impacto ambiental e futura modelação do terreno, não esquecendo as infraestruturas provisórias a implantar no estaleiro (eletricidade, rede de esgotos e águas);
- Área necessária para executar os trabalhos previstos: área disponível para dar seguimento a todas as frentes de trabalho nomeadamente corte e dobragem de aço, stock de materiais e local de depósito de resíduos de obra, sem prejudicar o normal andamento dos trabalhos.

Assim, as instalações e áreas previstas no estaleiro foram nomeadamente:

- Instalações fixas de produção: a ferramentaria (Figura 4.1), a carpintaria de cofragens, a oficina de armaduras, oficina de máquinas, armazém, depósito de inertes;
- Meios de carga/descarga em obra: instalação de gruas fixas (1 un), gruas móveis (2 un), monta-cargas e outros meios de movimentação pesada;
- Depósitos de inertes: neste grupo incluem-se todo o tipo de zonas de armazenamento de materiais que serão posteriormente utilizados para a realização da obra; neste caso todos os inertes simples como areia para valas e areia para reboco, brita ficaram ao ar livre e os inertes como o cimento, reboco, e aço ficaram numa área coberta;
- Vias de Comunicação: nomeadamente constam os caminhos de circulação dentro do estaleiro local, assim como aqueles que fazem parte do percurso frente de obra, como proceder a inversões de marcha ou dar a volta a obra sem inverter o sentido;
- Escritórios: neste grupo inclui-se escritórios próprios para os departamentos de direção de obra, produção e controlo de obra, topografia, segurança e as instalações da fiscalização;
- Instalações sociais: refeitório, o dormitório, postos de primeiros socorros, sanitários, vestiários, zonas de estacionamento.



FIGURA 4.1 – EXEMPLO DE CONTENTOR FERRAMENTARIA (LADO ESQUERDO) E PORTARIA (LADO DIREITO)

4.3 Responsabilidades da direção de obra

De seguida, indicam-se algumas das mais importantes responsabilidades a cargo do diretor de obra na fase de execução de obra:

- Execução geral da obra: o diretor de obra foi legalmente responsável por todas as decisões e execução de empreitada, mesmo para os casos em que o projeto não era claro. As dúvidas ou erros de projeto foram esclarecidas mesmo em fase de execução com envio de pedidos de esclarecimento à entidade fiscalizadora;
- Elaboração do Plano de Qualidade da Obra: este plano de qualidade foi executado pelo técnico de segurança mas a responsabilidade dos documentos que nele constam são sempre do diretor de obra. Este plano incluiu um plano de monitorização e medição que respeitou o caderno de encargos e em que os procedimentos respeitaram os certificados de qualidade, ambiente e segurança;

Elaboração do plano de segurança e saúde para o período de execução da obra:

- Elaboração e preenchimento adequado do Livro de Obra obrigatório de acordo com o Decreto – Lei 177 [4];
- Implantação da obra e da demarcação de expropriações apoiado pelo Dono de obra, e com apoio do departamento de topografia;

- Atualização mensal dos possíveis desvios em relação ao plano de trabalhos e ao cronograma financeiro: esta atualização constou no contrato assinado pelas 2 partes, empreiteiro e dono de obra, e implicou o envio deste tipo de dados para a fiscalização e dono de obra que analisou e materializou os seus impactos no contexto da empreitada;
- Alteração dos procedimentos técnicos de execução de tarefas: no decorrer da fase de execução da obra, por vezes as condições “in situ” foram diferentes das preconizadas inicialmente na fase de projeto pelo que, foi necessário modificar a forma de execução de algumas tarefas;
- Alterações de pormenores construtivos;
- Apresentação, sempre que seja requisitado pelas mais diversas entidades de toda a documentação legal em vigor.

4.4 Processos e procedimentos externos na fase de execução da obra

Paralelamente a todos os procedimentos internos necessários a realizar na fase inicial da obra, também existiu uma série de procedimentos externos executados isoladamente pelo dono de obra para os empreiteiros.

O dono de obra no ato de consignação entregou o seguinte conjunto de documentos assinados no ato de consignação da empreitada:

- Projeto de Execução Aprovado;
- Modelos para emissão dos autos de medição, com listagem dos artigos e preços unitários previamente acordados;
- Plano de qualidade da obra;
- Plano de Segurança e Saúde;
- Caderno de Encargos;
- Modelo para execução do Plano de Gestão Ambiental da Obra;
- Listagem de erros e omissões aceites.

Uma cópia destes documentos foi guardada, para rápida e fácil consulta da documentação enviada ao empreiteiro.

4.5 Processos e procedimentos internos na fase de execução da obra

4.5.1 Movimentação de Terras

Uma das atividades relevantes nesta empreitada foi a movimentação de terras para a execução do aterro sanitário, que se pode sub-dividir em:

- **Trabalhos Preparatórios:**
 - **Limpeza e Desmatção:** que incluiu a remoção prévia de construções já existentes, limpeza de detritos e vegetação lenhosa, nomeadamente arbustos e árvores;
 - **Decapagem:** antes de se iniciar as tarefas de escavação e aterro, foi necessário proceder à decapagem dos solos, ou seja, proceder à remoção da terra vegetal. Esta terra é normalmente reutilizável pelo que foi depositada numa zona licenciada para stock;
 - **Saneamentos:** esta tarefa consistiu na remoção de solos de má qualidade e respetivo depósito em vazadouro.
- **Aterros;**
- **Escavações;**
- **Empréstimos e Depósitos;**
- **Execução do fundo de caixa do aterro sanitário.**

Todas estas atividades estavam especificadas no caderno de encargos tipo fornecido pelo dono de obra.

Outra atividade relevante em que houve oportunidade de participar diz respeito ao controlo produtivo de trabalho. Por exemplo o controlo das terras provenientes da atividade de terraplenagens incluiu:

- 1- Controlo mais preciso através de aparelhos topográficos. A equipa de topografia recorreu a um equipamento apropriado, que permitiu obter as coordenadas a partir de geo-posicionamento por satélite (GPS), sendo assim possível depois calcular o volume de terras escavadas ou o volume de terras aterradas;
- 2- Controlo expedito recorrendo ao preenchimento de fichas de controlo de movimento de terras por parte dos manobreadores que se encontravam no terreno.

Este tipo de controlo permitiu uma atualização diária das quantidades movimentadas e a comparação com os valores teóricos dos volumes de escavação e aterro definidos no projeto.

Uma vez concluídos os trabalhos de terraplenagem, iniciou-se a construção da camada mineral de impermeabilização inferior do aterro com 0.2 m de espessura, de acordo com o caderno de encargos [1]. A argila foi espalhada no local, homogeneizada e compactada com a utilização de cilindros de pés de carneiro. Houve o cuidado de fazer a superfície desta camada bem nivelada, devidamente compactada e isenta de materiais contundentes, elevações ou depressões (devidas, por exemplo, a fragmentos rochosos, raízes ou resíduos), mudanças bruscas de inclinação, zonas “moles”, de modo a não afetar o desempenho dos geossintéticos a colocar sobre ela. Como esta camada não cumpre os requisitos indicados no DL nº183, foi necessária a construção de uma barreira artificial com geossintéticos.

4.5.2 Colocação de geossintéticos

A construção de sistemas de impermeabilização e drenagem de fundo e taludes em aterros sanitários objetiva garantir o confinamento dos resíduos e lixiviados gerados, impedindo a infiltração de poluentes no subsolo e aquíferos subjacentes. Assim para além da camada mineral de impermeabilização do aterro o sistema de confinamento do aterro incluiu ainda uma barreira artificial de várias camadas com diversas funções, como se apresenta na Figura 4.2.

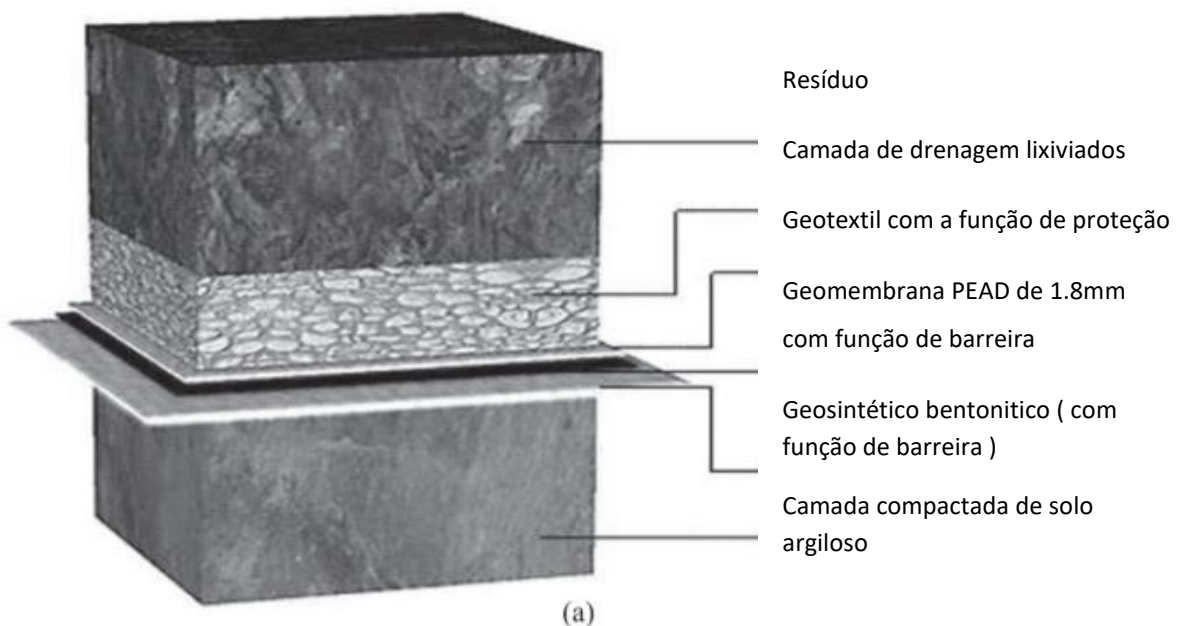


FIGURA 4.2 – SISTEMA DE CONFINAMENTO DE FUNDO DO ATERRO [3]

Embora as geomembranas sejam consideradas impermeáveis, estão sujeitas a roturas por imperfeições de fabricação, instalação ou operação do sistema. Assim, o interesse na adoção de sistemas compostos por geomembranas e geossintéticos bentoníticos visa prevenir qualquer infiltração.

Tanto o geossintético bentonítico como a geomembrana de PEAD são fornecidos em rolos. A colocação destes materiais foi simples e rápida, bastando desenrolar os rolos (Figura 4.3). A instalação das geomembranas foi efetuada de modo a garantir a continuidade da superfície. Quando aplicadas em taludes as uniões entre rolos foram orientadas paralelamente à linha de maior declive. As uniões foram efetuadas quer por sobreposições dos bordos dos rolos (no caso do geossintético bentonítico), quer por uniões estanques (no caso da geomembrana).



FIGURA 4.3 – COLOCAÇÃO DA GEOMEMBRANA NO TALUDE E BASE [1]

4.5.2.1 Uniões das geomembranas

As uniões entre painéis, de geomembranas foram na sua maior parte realizadas por termofusão dupla e nos locais onde era difícil este procedimento (por exemplo nas uniões com tubos ou em pequenos remendos) optou-se por fazer uniões por extrusão.

Uniões duplas por termofusão

As uniões duplas por termofusão consistiram na união das geomembranas superior e inferior por aquecimento, através de uma cunha metálica quente, com auxílio de uma pressão mecânica de rolos compressores sobre as geomembranas aquecidas (FIGURA 4.4).



FIGURA 4.4 – MÁQUINA DE UNIÃO E POR TERMOFUSÃO [1]

Uniões por extrusão

A união por extrusão consistiu na deposição de material (obtido por extrusão de um cordão do mesmo polímero da geomembrana), a temperatura elevada, na borda do painel da geomembrana superior (Figura 4.5).



FIGURA 4.5 – UNIÃO POR EXTRUSÃO [1]

4.5.2.2 Verificação da qualidade das uniões das geomembranas

Para efeitos de qualidade do trabalho executado foi controlada a qualidade das uniões realizadas. Este controlo foi feito de duas formas:

- Ensaios não destrutivos
- Ensaios destrutivos

Ensaios não destrutivos (verificação da estanquidade)

- **Ensaios de vácuo:** Foram executados nas uniões por extrusão e consistiu em submeter todo o cordão de extrusão, em tramos de aproximadamente 0,50 m, a uma pressão de 20 kPa aplicado no interior de uma caixa com tampo de vidro e uma vedação de neoprene previamente molhada com água e sabão, verificando-se de seguida a formação ou não de bolhas. Se existir formação de bolhas, a região deverá ser marcada e posteriormente reparada com uma emenda (FIGURA 4.6). Estes ensaios foram realizados de acordo com a norma ASTM D5461 [7].



FIGURA 4.6 – ENSAIO DE VÁCUO [1]

- **Ensaio da fásca elétrica ou *sparktest*** (FIGURA 4.7): Foi utilizado em locais onde não era possível a realização do ensaio de vácuo, tais como em superfícies irregulares ou curvas. Consistiu na colocação de um fio de cobre, de diâmetro menor que a espessura da geomembrana, ao longo da borda da união, para que no momento da extrusão este fio de cobre ficasse no seu interior. Após este processo foi conectado este fio de cobre a uma fonte

elétrica de 20 kv de forma a que qualquer falha existente seja detetada pela emissão de uma fásca elétrica (Estes ensaios foram realiados de acordo com a norma ASTM D6365 [8]).

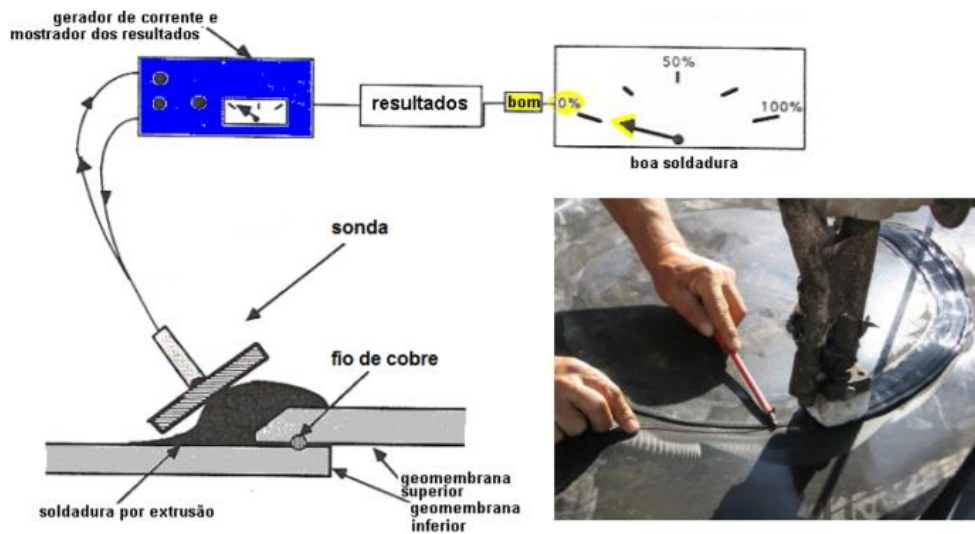


FIGURA 4.7 – ENSAIO DE SPARKTEST [1]

- **Ensaio de pressão de ar** (FIGURA 4.8) : Foram executados no espaço livre do canal entre as duas linhas da união por termofusão. Os dois extremos do canal foram selados, depois injetou-se com uma agulha, uma pressão de 75 kPa no canal e verificou-se se existia estabilização da pressão, evidência de que a união é estanque. Estes ensaios seguiram o procedimento da norma ASTM D5820 [9].



FIGURA 4.8 – ENSAIO DE PRESSÃO DE AR [1]

Ensaio destrutivos (verificação da resistencia mecânica das uniões)

Estes ensaios foram realizados sobre amostras cortadas nos locais das uniões indicadas pela fiscalização.

Nas uniões por termofusão foram retiradas amostras “in situ” com 0,90 m de comprimento por 0,30m de largura, desta amostra foi retirada 0,30 m para ser avaliada em laboratório independente e os outros 0,60m serviu para fazer os ensaios do empreiteiro.

Foram realizados ensaios de arranque (*peel test*) e de corte (*shear test*), segundo a norma ASTM D 6392 [10] . O princípio do ensaio é simples, consistindo em tracionar, a velocidade preconizada, cada provete conforme é indicado na Figura 4.9, respetivamente para o ensaio de arranque e corte. No ensaio de arranque procura-se avaliar a resistência da soldadura, enquanto, no ensaio de corte, se pretende avaliar de que forma o processo de soldadura afeta a resistência da geomembrana adjacente à soldadura [11]) .

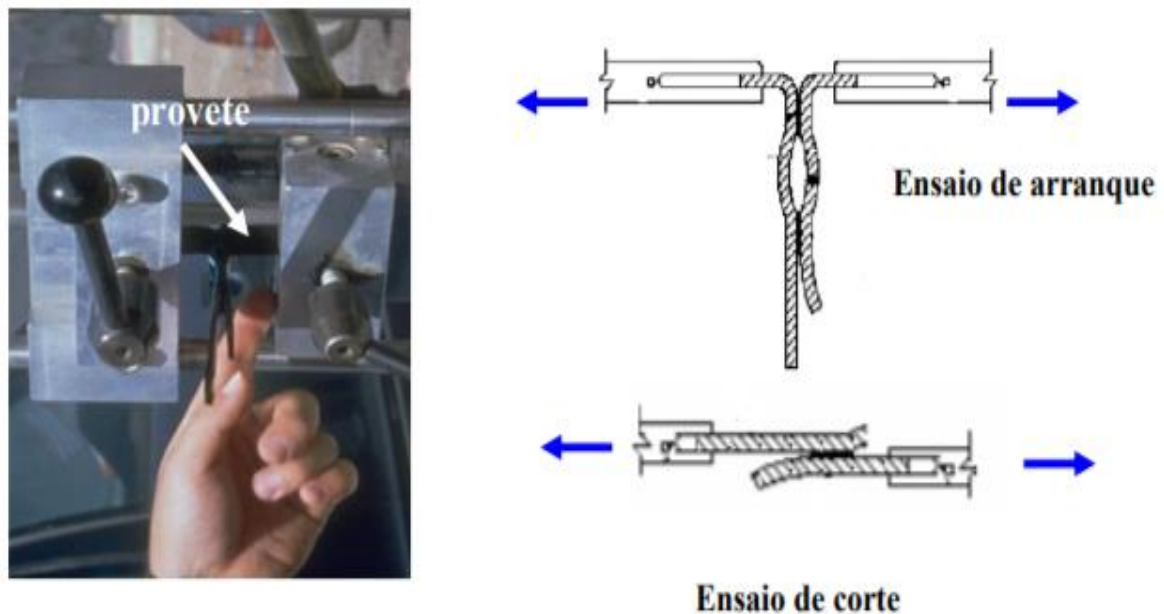






FIGURA 4.9 – ENSAIOS DESTRUTIVOS DE ARRANQUE E CORTE [1]

Os critérios de aceitação/rejeição recomendados para soldaduras de geomembranas PEAD são os indicados na TABELA 4.1, que embora sejam estabelecidos para geomembranas de 2 mm, considerou-se poder usar os mesmos critérios para a geomembrana aplicada neste aterro (1.8 mm).

TABELA 4.1 - REJEIÇÃO OU ACEITAÇÃO DE RESULTADOS DE UNIÕES DE GEOMEMBRANAS EM PEAD [7]

| Soldadura | Ensaio | parâmetro | Critérios de aceitação para soldaduras de geomembranas de PEAD com 2 mm de espessura |
|------------|----------|-------------------------------|---|
| termofusão | arranque | resistência ao arranque | 4 provetes com resistência ao arranque $\geq 21,2$ N/m ⁽¹⁾ e 1 provete com resistência ao arranque $\geq 17,0$ kN/m |
| | | separação | $\leq 25\%$ |
| | | tipos de rotura inadmissíveis |  ⁽²⁾ |
| | corte | resistência ao corte | 4 provetes com resistência ao corte $\geq 28,1$ kN/m ⁽³⁾ e 1 provete com resistência ao corte $\geq 22,5$ kN/m |
| | | Extensão na rotura | $\geq 50\%$ |
| | | tipos de rotura inadmissíveis |  ⁽²⁾ |
| Extrusão | arranque | resistência ao arranque | 5 provetes com resistência ao arranque $\geq 18,2$ kN/m ⁽⁴⁾ e 1 provete com resistência ao arranque $\geq 14,6$ kN/m |
| | | separação | $\leq 25\%$ |
| | | tipos de rotura inadmissíveis |  ⁽⁵⁾ ⁽⁵⁾ |
| | corte | resistência ao corte | 4 provetes com resistência ao corte $\geq 28,1$ kN/m ⁽³⁾ e 1 provete com resistência ao corte $\geq 22,5$ kN/m |
| | | Extensão na rotura | $\geq 50\%$ |
| | | tipos de rotura inadmissíveis |  ⁽⁵⁾ ⁽⁵⁾ |

⁽¹⁾ desde que corresponda a 72% da tensão de cedência da GM.

⁽²⁾ AD-BRK > 25% inadmissível.

⁽³⁾ desde que corresponda a 95% da tensão de cedência da GM.

⁽⁴⁾ desde que corresponda a 62% da tensão de cedência da GM.

⁽⁵⁾ roturas inadmissíveis, exceto se os valores da resistência forem satisfatórios.

4.5.3 Execução dos sistemas de drenagem de águas pluviais e de lixiviados

O sistema de drenagem de águas pluviais tem como função minimizar a entrada de águas da chuva para o interior do aterro, reduzindo, dessa forma, a geração de lixiviados e o escoamento superficial, que pode provocar erosão nos taludes do aterro e comprometer o funcionamento das camadas de cobertura final.

Na conceção da rede de drenagem das águas provenientes das células de deposição de resíduos foi considerada uma rede separativa, constituída por dois tubos de drenagem principais do tipo PEAD DN 315, PN10, um para os lixiviados (formadas pelo contacto da água pluvial com o resíduo) e outro para as águas pluviais limpas (FIGURA 4.10).

Os drenos principais para os lixiviados, em PEAD DN 315, são perfurados na meia cana superior e nas zonas onde se desenvolve em plataforma é não perfurado, ou seja, nos taludes,

apresentando um desenvolvimento central. Estes drenos, permitem a drenagem gravítica de cada uma das plataformas criadas e apenas após a deposição de resíduos, para a caixa de junção situada na base do aterro. A partir desta caixa estas águas serão reencaminhadas através de uma tubagem em PEAD DN 500, PN10, para uma caixa de visita.

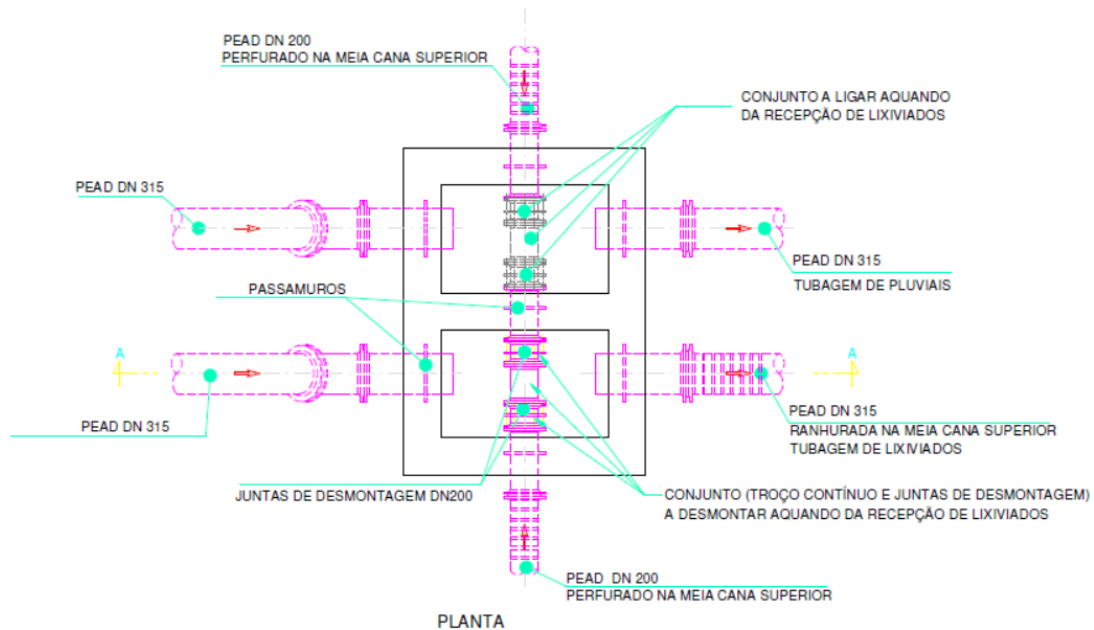


FIGURA 4.10 – SISTEMA DE DRENAGEM LIXIVIADOS E ÁGUAS PLUVIAIS [1]

Neste sistema de drenagem principal, que se desenvolve entre o topo do aterro e a sua base, será possível, caso seja necessário, introduzir uma câmara de vídeo móvel, para avaliação do seu estado.

Como neste caso o tubo é perfurado não serão possíveis ensaios de pressão e estanquidade com água. Uma simples verificação visual ou por meio de uma câmara de vídeo foi suficiente para controlar as soldaduras topo-a-topo na junção de varas de 6 m (FIGURA 4.11).

Paralelamente à rede principal de lixiviados, desenvolve-se uma rede para águas pluviais, também em PEAD DN 315 PN10, sem ser perfurada, de maneira a que, enquanto uma plataforma não tiver resíduos, as águas pluviais limpas sejam recolhidas por aquela rede e enviadas para uma outra caixa de junção, também localizada na base do aterro.



FIGURA 4.11 – EXEMPLO DE SOLDADURA DE TUBO PEAD DO TIPO TOPO-A-TOPO

4.5.4 Execução das Edificações

Na execução das estruturas de betão armado das portarias (FIGURA 4.12) e apoios dos diversos equipamentos teve-se em consideração que todos os trabalhos fossem executados de acordo com as prescrições regulamentares portuguesas e estrangeiras aplicáveis, e com o previsto no Caderno de Encargos e Projeto de Execução.

4.5.4.1 Betão

Os betões aplicados tiveram em conta as características especificadas no Projeto de Execução e foram aplicados por equipas devidamente habilitadas.

Dadas as condições específicas desta empreitada considerou-se betão pronto. Dispôs-se em obra dos meios necessários para garantir o controlo da qualidade, sendo realizados em laboratório certificado todos os ensaios, inclusive os dos cubos de betão.

O seu transporte foi efetuado através de auto-betoneiras e a sua distribuição em obra foi realizado através de auto-bomba de betão ou por descarga direta.

Estes trabalhos foram executados respeitando as normas de prevenção e segurança preconizadas no Plano de segurança e saúde da obra. Foram ainda garantidos todos os procedimentos e tempos adequados a uma correta cura do betão.



FIGURA 4.12 – ESTRUTURA EM BETÃO ARMADO DA PORTARIA

4.5.4.2 Cofragem e escoramentos

Foram utilizados sistemas de cofragem racionalizados de modo a garantir a geometria dos elementos estruturais e os acabamentos das superfícies betonadas previstas no projecto, garantindo a geometria dos elementos estruturais a betonar durante e após a betonagem.

Teve-se o cuidado de utilizar descofrantes apropriados para cada tipo de material das cofragens e foram compatíveis com os posteriores acabamentos previstos para as superfícies betonadas. Entre cada betonagem as cofragens foram limpas e reparadas antes de uma nova aplicação.

As cofragens foram executadas em madeira de boa qualidade, contraplacado ou aço, apresentando uma estanquidade suficiente para evitar a perda de “leitança” e de cimento. A montagem da cofragem foi estudada de modo a permitir uma fácil e rápida descofragem.

As cofragens foram bem limpas de todas as substâncias estranhas e molhadas antes da betonagem, de modo a manterem-se saturadas de água, não existindo contudo água livre nas faces e fundos aquando da betonagem.

Os moldes para betão à vista foram executados com especial cuidado, de modo a garantir a qualidade do produto final.

Os sistemas de escoramento foram dimensionados e executados de acordo com as cargas a suportar e devidamente travados de modo a garantir a sua perfeita estabilidade.

Nesta empreitada utilizaram-se ainda sistemas de cofragem metálica correntes no mercado, da marca Doka ou Peri (FIGURA 4.13 –).



FIGURA 4.13 – COFRAGEM DOKA (PORTARIA A)

4.5.4.3 Armaduras

As armaduras foram executadas de acordo com as peças desenhadas do Projeto e satisfizeram o especificado no Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado [13], nomeadamente no que se refere a distâncias mínimas entre varões, diâmetros de curvatura mínimos na sua dobragem, comprimentos de amarração e sobreposição (FIGURA 4.14 –).

O aço foi preparado e moldado no local/estaleiro. Assim, para o efeito dispôs-se de técnicos especializados para a preparação das armaduras que, a partir do projeto de execução, elaboraram folhas de preparação que serviram de base ao corte e moldagem do varão. A execução das armaduras foi efetuada em instalações apropriadas, recorrendo sempre que possível à sua pré-fabricação.



FIGURA 4.14 – VISTA GERAL DAS COFRAGENS E ARMADURAS, ANTES DOS TRABALHOS DE BETONAGEM

4.5.4.4 Ensaios de controlo do betão

Foram realizados ensaios de controlo ao betão em obra, quer na fase de receção dos materiais, quer após o processo de betonagem.

As propriedades do betão que foram objeto de ensaios em obra, de forma a cumprir os requisitos previstos em caderno de encargos, são as seguintes:

- Tipos ou classes especiais de cimento;
- Tipos ou classes especiais de agregados;
- Características requeridas para a resistência ao ataque pelo gelo/degelo;
- Requisitos para a temperatura do betão fresco, quando diferente da especificada na NP EN 206-1 [14];
- Desenvolvimento da resistência;
- Desenvolvimento de calor durante a hidratação;
- Endurecimento retardado;
- Resistência à penetração de água;
- Resistência à abrasão;
- Resistência à tração por compressão diametral.

Não foi iniciada a colocação de betão em obra sem que tenha procedido por sua conta a ensaios efetuados em laboratório oficial.

Durante as betonagens foram ainda realizados ensaios de controlo de aceitação dos betões.

Os ensaios foram efetuados por secções individualizadas por conjuntos, havendo um ensaio final de toda a obra executada.

Os cubos foram feitos com o betão das amassaduras destinados a serem aplicados em obra e designadas pela Fiscalização. Os cubos foram sempre fabricados na presença da Fiscalização.

Foi organizado um registo de todos os ensaios de cubos, a fim de, em qualquer momento, se verificar o cumprimento das características estabelecidas no caderno de encargos.

Os cubos foram executados, transportados, curados, conservados e ensaiados de acordo com a norma NP EN 206-1 [14].

Os resultados dos ensaios foram enviados para a entidade fiscalizadora e Dono de obra conjuntamente com o respetivo relatório.

4.5.4.5 Alvenarias

As alvenarias foram executadas segundo as boas regras da arte e em conformidade com o Caderno de Encargos.

Foi possível identificar facilmente a marca do fabricante, que se encontra gravada nos tijolos aplicados em obra. Garantiu-se a qualidade dos tijolos a aplicar, que foram bem conformados e cozidos, sem substâncias que pudessem prejudicar a sua resistência, sem defeitos de fabrico ou manchas.

A execução das paredes de alvenaria (FIGURA 4.15 –4.15) compreendeu 3 fases principais: a marcação das paredes, o assentamento e a verificação da verticalidade, para garantir que ficavam estáveis (perante esforços horizontais), planas e aprumadas.

A execução das alvenarias obedeceu a alguns critérios que se passam a indicar:

Os tijolos antes de serem colocados em obra foram sempre molhados. Em geral, o ligante teve de conter além da água necessária, mais uma pequena quantidade, de forma a precaver alguma falha aquando da molha dos tijolos, pois quando a argamassa está demasiado seca, vai absorver a água do tijolo, provocando uma presa deficiente.



FIGURA 4.15 – ALVENARIA DE TIJOLO

O método de assentar os tijolos "a matar juntas" foi o mais corrente. Esta operação desenvolveu-se em várias partes:

- A primeira tarefa a executar foi a marcação das paredes com base nas plantas de arquitetura. A primeira fiada executou-se com argamassa, ao traço estabelecido no caderno de encargos, e com o auxílio de linha, esquadro, prumo e nível. Escolheu-se os tijolos de maneira a que os defeituosos não coincidisse com os arranques ou cantos das paredes, reservando-os para o interior da construção;
- Nas extremidades da parede suspenderam-se prumadas de guia, controlando com o fio-de-prumo o assentamento dos tijolos; Colocou-se a argamassa no topo do tijolo que se vai encostar e estendeu-se a argamassa em quantidade suficiente; Colocou-se o tijolo sobre a base, comprimindo-o e fazendo-o deslizar, para que as juntas verticais ficassem cheias de argamassa. Com umas pancadas, dadas com a colher, fixou-se na linha e posição correcta; O excedente de argamassa, que escorreu pelas juntas, aparou-se com a colher e distribuiu-se pelos vazios que pudessem ter ficado na parte superior das juntas, ou devolveu-se para a talocha (FIGURA 4.16 –6);



FIGURA 4.16 – VASSENTAMENTO DE FIADA DE TIJOLO [1]

- Executaram-se todas as fiadas, seguindo um fio de nylon nivelado de acordo com as prumadas guia das extremidades como se pode ver na FIGURA 4.17 – 7.

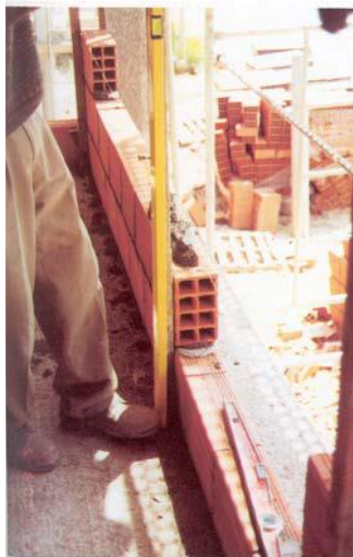


FIGURA 4.17 – VERIFICAÇÃO DE APRUMO A ALINHAMENTO DE UMA PAREDE [1]

Uma parede bem executada tem de ser plana, vertical, sem ondulações e necessita de pouca espessura de argamassa de revestimento e deve ter em conta:

- Espessura máxima da argamassa de assentamento: 1 cm;
- "Amarração" em mudanças de direcção das paredes;
- Emendas em degraus;
- Execução de vergas sobre vãos de portas e janelas e contra-vergas;
- A relação tijolo / massa esta relação é semelhante à requerida pelos outros tipos de alvenaria de tijolos, ou seja, mesmo se a quantidade de argamassa empregue deverá ser mínima para garantir a fixação dos mesmos, a sua função é a de anular o efeito das irregularidades na forma e dimensões dos tijolos garantindo uma transmissão de cargas verticais equilibrada;
- A aderência tijolo/argamassa deve ser reforçada se houver o cuidado de humedecer bem o tijolo, nomeadamente com regas abundantes e frequentes nas épocas quentes e secas, para compensar a evaporação excessiva durante o processo de endurecimento;

- A espessura das juntas não deve exceder 1 cm, e a argamassa deverá preencher completamente o intervalo entre tijolos.

4.5.4.6 Rebocos

Após a conclusão do assentamento dos panos de alvenaria, foram os mesmos rebocados e posteriormente pintados de acordo com o indicado nos mapas de acabamentos.

Antes da aplicação do reboco, foram realizadas as seguintes operações na superfície de assentamento:

- Tapamento dos roços, aberturas e cavidades existentes nos paramentos, com uma argamassa idêntica à do reboco;
- Humidificação por aspersão de água;
- Decapagem das superfícies muito lisas;
- Limpeza da argamassa saliente das juntas ou da argamassa pouco resistente;
- Recobrimento, com rede metálica inoxidável ou protegida contra a ferrugem, ou rede de fibra, dos elementos de madeira ou metálicos embebidos nas paredes e que fiquem em contacto com o reboco;
- Aplicação eventual de salpicado de argamassa fluida, com cerca de 600 kg de cimento por metro cúbico de inertes com dimensões entre 2 mm e 6 mm.

Nesta fase já estavam assentes os elementos fixos, tais como aros e pré-aros de portas e janelas, e estará concluída a cobertura dos edifícios.

4.5.4.7 Impermeabilizações

Os trabalhos de impermeabilização foram executados em perfeita harmonia com o disposto no Projeto de Execução e exigências do Caderno de Encargos.

Os trabalhos foram executados por uma equipa de especialistas, garantindo-se assim a perfeita qualidade dos mesmos (FIGURA 4.18 –4.18).

Nas impermeabilizações a executar não foram empregues materiais que contivessem matérias suscetíveis de serem alteradas em contacto com os outros materiais empregues na construção, mantendo as suas propriedades de coesão, plasticidade e ductilidade.

Todos os trabalhos de impermeabilização foram executados em tempo seco, e apenas quando a superfície a impermeabilizar se encontra-se perfeitamente seca e limpa.

A camada impermeável tinha de se apresentar com uma forma contínua, e com o mesmo grau de impermeabilização (de 100 %) em todos os seus pontos. Foi tido especial cuidado nas ligações com trabalho já feito, para que estas ficassem perfeitas e não constituíssem pontos fracos da camada impermeável.

A impermeabilização das juntas de dilatação foi executada tomando-se todas as disposições para que a variações de largura da junta, não provocassem a rutura da camada protetora impermeável, sendo o sistema adotado submetido à apreciação da Fiscalização, quando o mesmo não estava incluído no Projeto.



FIGURA 4.18 – APLICAÇÃO TELAS IMPERMEABILIZAÇÃO NA PORTARIA

4.5.4.8 Divisórias e tetos falsos

As divisórias tiveram início com a marcação das divisões a executar. Posteriormente fixaram-se os canais nas superfícies horizontais do pavimento e teto e os montantes nos paramentos verticais de arranque. Uma vez colocados estes perfis, introduziram-se os montantes nos canais. Os montantes colocaram-se a uma distância de 40 ou 60 cm, segundo o tipo de divisão escolhida.

Para a aplicação dos aros de portas, reforçou-se a estrutura em lintel, colocando dois troços de montante aparafusados aos que formavam os laterais do vão como indicado na FIGURA 4.18 –4.19. Uma vez colocada a estrutura portante iniciou-se a colocação das placas de um dos lados.

Seguidamente colocaram-se as canalizações, os tubos para instalações elétricas e de abastecimento de águas, passando-as pelas perfurações existentes na alma dos montantes. Ao

mesmo tempo que decorria a tarefa anterior o aplicador de isolamentos foi colocando no interior da estrutura os isolamentos. De seguida fechou-se o tabique colocando as placas do outro lado, fazendo com que as juntas verticais de ambos os lados não coincidissem com o mesmo montante.



FIGURA 4.19 – EXEMPLO DE FIXAÇÃO DO TETO EM PLADUR

4.5.4.9 Revestimento de pavimentos e paredes

Os pavimentos e paredes tiveram enchimento com as espessuras adequados para receberem os acabamentos finais.

Os ladrilhos cerâmicos e mosaicos foram limpos, especialmente o tarsoz, e imersos em água, durante no mínimo 4 horas, sendo depois colocados a escorrer antes da sua aplicação.

A aplicação foi efetuada com cimento-cola, misturado com água e aplicado sob a forma de uma camada fina e regular com a ajuda de uma espátula dentada.

Os ladrilhos foram assentes antes da argamassa de assentamento ter feito presa, sendo cuidadosamente batidos nas suas posições definitivas.

As juntas entre peças foram efetuadas segundo direções paralelas ou perpendiculares entre si. A estereotomia de aplicação foi a indicada em projeto, ou devidamente submetida à aprovação da Fiscalização.

Os remates nos vãos, com outros revestimentos, nas louças sanitárias, etc., foram ensaiados a seco, antes do seu assentamento definitivo.

As juntas foram fechadas com material adequado na cor definida no projeto de Execução e/ou aprovada pela Fiscalização.

4.5.4.10 Instalações elétricas, telefônicas e de segurança

Os trabalhos e equipamentos a instalar incluíram a instalação de tubos e caixas embebidas nas diversas redes de distribuição previstas, (sempre que estas se localizavam no interior de peças de betão, ficaram colocadas aquando das respetivas betonagens), a instalação de tubagens à vista com a fixação das esteiras e caminhos de cabos, de forma a permitir a passagem de cabos, quer nestas, quer nos tubos, conforme se mostra na FIGURA 4.20 –4.20.

Seguiu-se a instalação de armaduras e quadros elétricos sendo logo após colocados e ensaiados os diversos equipamentos.



FIGURA 4.20 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E TELECOMUNICAÇÕES

4.5.4.11 Instalações mecânicas de AVAC

A nível de instalações mecânicas os trabalhos decorreram em paralelo com os acabamentos, sendo instalados os tubos espiralados, em primeiro lugar seguidos das grelhas.

As tubagens em tubo de cobre foram instaladas após a construção das alvenarias em roços.

Fizeram parte desta empreitada todos os trabalhos de construção mecânica inerentes à instalação dos equipamentos. Estes equipamentos foram montados quase no final dos acabamentos do edifício (FIGURA 4.21 –).

Após a instalação estar completa foram executados ensaios, de forma a verificar toda a instalação.

Para as tarefas relacionadas com as instalações mecânicas, o método de execução assentou essencialmente no seguinte:

- Marcação das tubagens para abertura de roços;
- Abertura de roços;
- Colocação das tubagens e acessórios necessários;
- Fecho de roços;
- Colocação de equipamentos;
- Testes e ensaios de funcionamento.



FIGURA 4.21 – AVAC NA PORTARIA

4.6 Planeamento

O planeamento é um elemento fundamental em qualquer obra para se conseguir controlar eficazmente os recursos a utilizar, nomeadamente no que respeita a:

- Aprovisionamentos de materiais;
- Cargas de Mão de obra;
- Cargas de equipamentos;
- Contratação de subempreiteiros.

No âmbito do estágio houve também a oportunidade para acompanhar os trabalhos de planeamento e controlo dos recursos.

O planeamento da empreitada foi dividido em 2 fases:

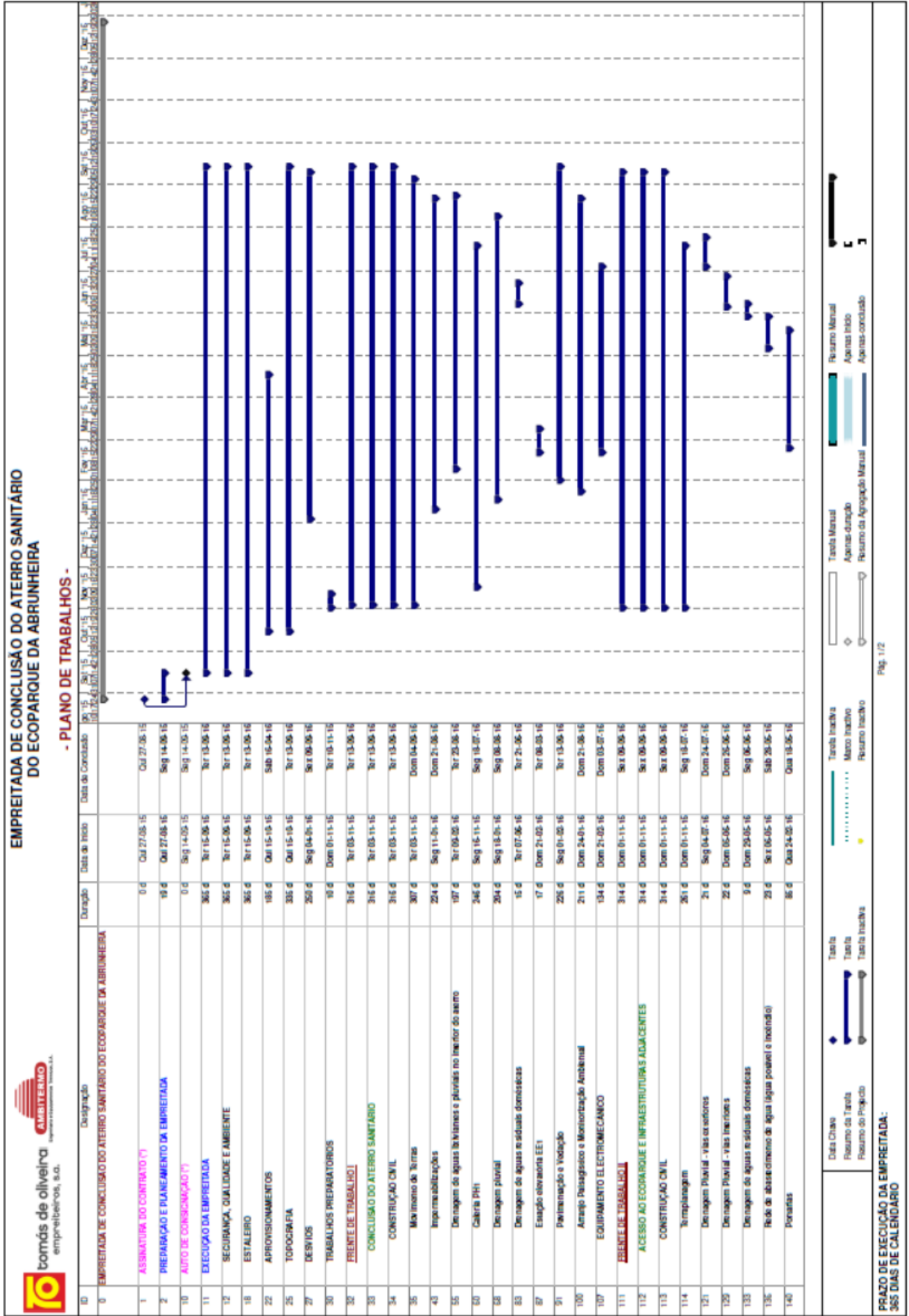
1 - Planeamento Inicial de Execução de Obra, é executado na fase inicial de obra e alterado ao longo da empreitada consoante as condicionantes encontradas. Foi primordial para planear todos os processos e aprovisionamentos.

2 - Controlo de execução face ao planeamento inicial, ou seja, um controlo detalhado e caso necessário a implementação de formas de recuperação do atraso em cada atividade. Desta forma o procedimento geral do controlo assentou nos seguintes processos:

- Plano de trabalhos quinzenal ou mensal de trabalhos;
- Atualizações do Programa de Trabalhos inicial;
- Atualizações de mapas de equipamentos e mão de obra;
- Controlo da percentagem de execução de trabalhos previstos.

De forma a conseguir coordenar e acompanhar as atividades de todas as frentes de obra e pela obrigatoriedade contratual foi necessário todos os meses a elaboração de um documento explicativo de todas as atividades a desenvolver de uma forma quinzenal ou mensal. Nesta obra foi elaborado com o programa *Microsoft Project*, a planificação das atividades a desenvolver a curto prazo nomeadamente as frentes de trabalho em curso ou a iniciar, intervenções necessárias e procedimentos necessários de entidades externas. Apresenta-se em seguida (Tabela 4.2) um exemplo de planeamento mensal de trabalhos.

TABELA 4.2 - EXEMPLO DE PLANEAMENTO ENVIADO PARA EXECUÇÃO DE TRABALHOS CONTRATUAIS



Na empreitada foram criados os seguintes documentos para salvaguardar e registar todos os movimentos em obra:

- Controlo e Receção de Documentos;
- Folha de Controlo e Distribuição de Documentos;
- Folha de Assinaturas;
- Folha de Distribuição do Plano de Segurança e Saúde;
- Controlo dos Subempreiteiros;
- Controlo dos Trabalhadores;
- Notas de Encomenda;
- Pedidos de Intervenção;
- Inspeção de Viaturas;
- Controlo dos Equipamentos de Apoio;
- Controlo de receção de materiais e equipamentos;
- Planos de monitorização e prevenção;
- Registos de monitorização e prevenção.

Além da criação dos documentos de controlo de qualidade, na obra providenciou-se um local com a seguinte informação:

- Documentos contratuais;
- Desenhos carimbados para obra;
- Documentos da Qualidade (procedimentos a seguir);
- Plano de Segurança e Saúde.

4.7.2 Segurança e Saúde

De forma a responder à necessidade de reduzir os riscos associados à empreitada foi elaborado um documento exaustivo sobre os riscos presentes na empreitada.

No âmbito da Planificação da Segurança e Saúde no Trabalho, e segundo o DL 273 [16] “O dono da obra deve elaborar ou mandar elaborar, durante a fase do projeto, o plano de segurança e saúde para garantir a segurança e a saúde de todos os intervenientes no estaleiro... O plano de segurança e saúde será posteriormente desenvolvido e especificado pela entidade executante para a fase da execução da obra.”

O Plano de Segurança e de Saúde enviado a concurso foi completado na fase de execução. Este plano reuniu as informações e indicações relevantes em matéria de segurança e saúde necessárias para reduzir o nível de ocorrência de acidentes e para proteção da saúde dos trabalhadores durante a fase de construção.

Todos os intervenientes no estaleiro tiveram de cumprir o plano de segurança e saúde para a execução da obra. A entidade executante e o coordenador de segurança em obra acompanharam a atividade dos subempreiteiros e dos trabalhadores independentes de modo a assegurar o cumprimento desse plano.

Para além deste plano de segurança o estaleiro foi dotado de equipamento de proteção coletiva nomeadamente caixa de primeiros socorros, extintores, sinalização provisória e informação fundamental em caso de emergência.

A fim de evitar a electrocução dos operadores todos os equipamentos elétricos foram ligados à terra e os quadros elétricos foram dotados de interruptores diferenciais de 30 mA.

4.7.3 Ambiente

De todas as ações humanas no nosso planeta a construção é uma das áreas com maior impacto no ambiente. Em qualquer empreitada de construção nos dias que correm deve existir uma base sustentável e amiga do ambiente com uma política de reaproveitamento de todos os materiais.

Em fase de candidatura, no plano de segurança e saúde (PSS) realizado constava um aproveitamento sempre que possível de materiais a demolir de forma a minimizar os impactos no meio ambiente.

Sendo a empresa em questão certificada em ambiente e tendo como objetivo preservar o meio ambiente, todos os materiais sobrantes foram depositados em locais apropriados de acordo com o seguinte critério:

- Terras isentas de entulhos em aterros previamente autorizados;

- Entulhos em vazadouros legalmente autorizados;
- Plásticos, cartões e vidros em vazadouro para posterior reciclagem;
- Madeiras transportados ao estaleiro central desta empresa para posterior reciclagem em fábrica de derivados de madeira;
- Óleos usados armazenados no estaleiro central para posterior encaminhamento a empresa de reciclagem de óleos.

4.8 Faturação

Como é natural o principal objetivo de qualquer empresa é conseguir uma faturação que suporte toda a estrutura da empresa e ainda conseguir dar lucro.

No âmbito deste estágio houve ainda oportunidade de acompanhar o controlo financeiro da empreitada.

Uma das responsabilidades do Diretor de obra foi estabelecer um plano de faturação da empreitada e conseguir produzir o suficiente para cumprir o cronograma financeiro, que deve ter em conta o plano de trabalhos da empreitada e ser equilibrado durante toda a empreitada.

A faturação mensal teve em conta alguns procedimentos nomeadamente:

- Verificação das Quantidades Realizadas;
- Envio da fatura ao Dono de obra;
- Emissão do certificado de Pagamento;
- Execução de autos de subempreitadas;
- Receção de faturas de subempreiteiros.

No caso dos autos de medição mensal de subempreiteiros desta empreitada foi elaborado uma declaração onde constam todas as quantidades de trabalho executadas no mês ao qual o auto se refere. Após aprovação deste auto as medições foram introduzidas num modelo de medição previamente acordado e que os subempreiteiros todos os subempreiteiros enviaram por carta registada até dia 25 de cada mês.

No caso dos autos de medição mensal da Entidade executante para o Dono de Obra foi elaborada uma declaração onde constam todas as quantidades de trabalho executadas no mês ao qual o auto se refere. Após aprovação do auto de medição pela fiscalização foram

introduzidas num modelo de medição previamente acordado entregue até ao último dia útil de cada mês.

De referir ainda neste contexto que as validações de autos só foram oficiais quando assinados pelos representantes interessados por todas as partes.

A título de exemplo mostra-se o auto de medição para as tarefas específicas relacionadas com a movimentação de terras e de desmatação, limpeza de terreno (Tabela 4.4).

CAPITULO 5 Plano de melhorias a aplicar em processos e procedimentos de direção de obra

5.1 Considerações iniciais

No seguimento do estágio feito considerou-se necessário e positivo propor um conjunto de melhorias a aplicar na direção de obra, para um resultado mais eficaz e conseqüentemente em maior lucro para a empresa.

As propostas de melhorias têm como principal enfoque o procedimento interno de controlo de movimento de terras, aplicação de membranas e execução da rede de drenagem, trabalhos que foram seguidas de perto pelo autor deste relatório de estágio. Ainda se irá propor uma abordagem diferente e mais informatizada para os procedimentos de gestão de qualidade.

5.2. Bases processuais

De um ponto de vista prático a introdução de uma mudança é encarada como um custo que na maior parte das vezes a administração de uma empresa não quer assumir, quer seja pela necessidade de compra de um novo software ou pela formação de trabalhadores não sendo sempre encarada como uma melhoria aos procedimentos internos já existentes.

Tem também de se ter em conta que a mão-de-obra presente a tempo inteiro na frente de obra, nomeadamente os encarregados só a muito custo admitem mudanças no modelo organizativo das frentes de obra, podendo por isso contribuir para baixar a produtividade.

Os maiores problemas na introdução de novos procedimentos incluem normalmente:

- Resistência a uma mudança por questões de habituação aos processos existentes;
- Medo da mudança a introduzir;
- Indisponibilidade financeira a longo prazo;
- Indisponibilidade de tempo para formações;
- Baixa produtividade das frentes de obra.

Desta forma, antes de proceder a qualquer mudança torna-se indispensável reunir e discutir estas mudanças com a mão-de-obra diretamente influenciada por estas mudanças.

Facilmente se entende que, para proceder efetivamente a qualquer alteração não deve ser feita de uma forma drástica, mas deve ter um período de transição e deve ser de fácil compreensão e satisfação.

No âmbito da obra todos os problemas que foram aparecendo foram resolvidos de forma prática e no local, pelo que melhorias propostas não serão "imprescindíveis".

5.3 Processos de melhoria

Pondo em prática os processos já existentes na empresa e anteriormente descritos sugere-se a introdução de procedimentos internos de melhoria simples, nas atividades a seguir indicadas.

5.3.1 Movimentação de terras

Na empreitada em questão o estudo de movimentação de terra é feito por um levantamento topográfico e apresentação destes resultados numa folha em *Microsoft Excel*. Esta tabela ao final de algum tempo e pela quantidade elevada de escavação é extensa e pouco perceptível, seria por isso muito benéfico uma tabela resumo desta escavação, tabela esta a executar pelo departamento de topografia e que serviria para a elaboração de autos de medição e justificação para a fiscalização das quantidades do auto de faturação.

Nesta tabela resumo deveriam constar as seguintes colunas:

- Valores executados no mês em causa;
- Valores acumulados dos meses anteriores;
- Percentagem do valor executado contratual.

Seria assim mais fácil para os responsáveis pela direção de obra verificarem de forma prática se os meios utilizados nas frentes de obra, principalmente no que se refere a equipamentos e mão-de-obra estão a ser otimizados e a produzir o rendimento esperado.

Esta modificação não implica qualquer modificação logística para a frente de obra. Pode, no entanto, ajudar a resolver alguns problemas de medição de trabalho e previsão de meios.

5.3.2 Procedimentos de qualidade

No âmbito da empreitada em questão e após ter conhecimento de todos os processos de gestão de qualidade consegue-se perceber que este é um ponto que envolve muito tempo e trabalho, mas é de extrema importância uma vez que é essencial para a segurança de todas as partes envolvidas na empreitada.

Esta gestão documental no caso da empreitada em questão pode ser melhorada uma vez que o processo de elaboração de documentos e consequente apresentação ao Dono de obra e fiscalização era muitas vezes feita fora de tempo e sem possibilidade de melhoria em caso de erro. Assim preconiza-se a introdução de um sistema de informatização destes processos, um sistema disponível a todos os trabalhadores da empresa, facilitando muito todo o caminho burocrático e envio de informações.

Propõe-se um sistema fechado em base de dados para que toda a empresa funcione em rede e com acesso a qualquer documento. Esta base de dados deve ser organizada por obra e deve ter a mesma estrutura para todas as obras de forma a facilitar as consultas e desenvolvimento do trabalhador.

Pode melhorar-se nomeadamente as seguintes operações:

- Impressão procedimentos;
- Preenchimento dos procedimentos;
- Digitalização de procedimentos;
- Envio por correio eletrónico do procedimento para o diretor de obra
- Arquivamento em obra para consulta dos processos.

A modificação preconizada, apesar de poder acarretar custos extra na aquisição do *software* e em formação de trabalhadores, é de esperar que a longo prazo seja muito positiva.

Face às inovações tecnológica é incompreensível que todas as empresas de engenharia não acompanhem esta evolução e implementem estes processos no seu dia-a-dia. Não esquecendo a vertente financeira, estas inovações apesar de acarretarem algum custo inicial para as empresas irão introduzir melhorias e rapidez em todos os processos, que se traduzirá numa economia.

CAPITULO 6 Conclusões sobre estágio

A realização de estágio com o objetivo de elaborar o trabalho final de mestrado, revelou-se de extrema importância para a aprendizagem do aluno. O contacto com a realidade associada à profissão e a possibilidade de adquirir conhecimentos práticos e ferramentas essenciais para o futuro desempenho profissional, bem como desenvolver competências de relacionamento humano, foram muito importantes.

Considera-se que a maioria dos objetivos propostos inicialmente pelo aluno e pelo empreiteiro (Tomas de oliveira S.A) foram cumpridos. Por razões de ordem temporal (o estágio teve a duração de seis meses) não foi possível efetuar o acompanhamento de todos os processos da empreitada em questão. Relativamente aos restantes objetivos consideram-se cumpridos e desenvolvidos, sendo de realçar o acompanhamento regular da empreitada.

Relativamente à entidade executante (Tomás de Oliveira S.A) pode constatar-se o bom ambiente de trabalho, o acompanhamento contínuo do estagiário e o interesse pela monitorização do trabalho desenvolvido.

A realização do estágio considerou-se muito benéfica pois possibilitou a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do curso, a aquisição de experiência profissional, de cariz técnico bem como um amplo conhecimento de alguns processos inerentes à preparação de um concurso para empreitada de obra pública. Adicionalmente considera-se importante o acompanhamento da elaboração da documentação técnica e burocrática para concretização de uma empreitada de teor público. Todas as vivências e aprendizagens com os profissionais e futuros colegas foi uma experiência muito enriquecedora.

Por tudo o que foi referido, consideram-se atingidos, com sucesso, os objetivos propostos na realização do estágio.

Referências bibliográficas

- [1] Tratolixo (2014). Caderno de encargos da empreitada "Conclusão do aterro sanitário da Abrunheira." Lisboa.
- [2] Decreto-lei n.º 183 (2009). Regime Jurídico da deposição de resíduos em aterro, de 10 de Agosto.
- [3] M. G. Lopes. & M. Barroso (2011). Aterros de resíduos sólidos: conceção. Palestra proferida no âmbito do curso fundec sobre Geotecnia Ambiental, IST, Lisboa, 14 a 16 de Março.
- [4] Decreto – Lei 177 (2011). Regime jurídico urbanização e edificações, de 4 Junho.
- [5] M. G. Lopes., M. Barroso & P. Ramígio (2013). Experiência na monitorização de Geomembranas em aterros sanitários, atas das VII Jornadas técnicas Internacionais de Resíduos, gestão de resíduos e sustentabilidade de recursos. Lisboa, 15 a 18 Julho.
- [6] A.F.S Duarte (2009). Aplicação de geossintéticos na impermeabilização e selagem de aterros, Universidade de Aveiro, Dissertação apresentada à universidade de Aveiro.
- [7] ASTM D 5461 (2017). Standard Test Method for Rubber Compounding Materials—Wet Sieve Analysis of Powdered Rubber Compounding Materials. American Society for Testing Materials, USA.
- [8] ASTM D 6365 (2011). Standard practice for the nondestructive Testing of geomembrane Seams using Sparktest. American Society for Testing Materials, USA.
- [9] ASTM D 5820 (2012). Standard practice for pressurized air channel evaluation of dual seamed geomembranes. American Society for Testing Materials, USA.
- [10] ASTM D 6392 (2011). Standard test method for determining the integrity of nonreinforced geomembrane seams produced using thermo-fusion methods. American Society for Testing Materials, USA.
- [11] I. D. Peggs & D. Little (1985). The Effectiveness of peel and shear tests in evaluating HPDE geomembrane seams. 2nd Canadian Symposium on Geotextiles and Geomembranes.
- [13] Decreto-lei n.º 349-C/198 (1983). Aprova o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado, de 30 de Julho.

- [14] NP EN206-1 (2007). Betão Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade. Instituto Português da Qualidade.
- [15] NP EN ISO 9001 (2015). Requisitos para um sistema de gestão da qualidade. Instituto Português de Qualidade.
- [16] Decreto-Lei n.º 273 (2003). Condições de segurança no trabalho, de 29 de Outubro.

Bibliografia

APA (2009). Relatório. Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos. Dados gerais, Valorização e Destino Final. Infraestruturas e equipamentos.

EPA (2000). Article. Landfill site design. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

G. Tchobanoglous, e F.L.Burton, (1991). Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. McGraw-Hill. New York.

IRAR (2008). Gestão e tratamento de lixiviados produzidos em aterros sanitários de resíduos urbanos. Relatório IRAR n.º 03/2008 Departamento de Estudos e Projetos Departamento de Engenharia - Resíduos .

L. Aller, T. W. Bennett, G. Hackett, R. J. Petty, J. H. Lehr, H. Sedoris, D. M. Nielsen (1991). Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-Water Monitoring Well. Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Developmen U.S. Environmental Protection Agency. EPA160014-891034, March.

M.G. Lopes; M. Barroso (2000). Elaboração de normas técnicas de gestão de tecnossistemas de confinamento de resíduos urbanos. 5º Relatório - versão final do Manual de apoio ao projeto, à construção e à exploração. Relatório 184/00, Proc.º 068/1/13418, Julho.

M.G. Lopes; M. Barroso (2008). Plano de garantia de qualidade de construção para geossintéticos. ITG 27, Lisboa.

M. G. Lopes et al (2002) Conceção, construção e exploração de tecnossistemas. Projectos, metodologias e tecnologias aplicadas em Portugal no período de 1996 a 2001. Edição do Instituto de Resíduos (INR), Fevereiro.

M. Piedade e P. Aguiar (2010). Opções de gestão de resíduos urbanos. Série Guias técnicos n.º15. ERSAR.