



LISBOA OCIDENTAL SRU - SOCIEDADE DE REABILITAÇÃO URBANA, E.M. SA

SRU\_231621\_ADS

**Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar**

**MDJ (2.1.3.2.1) MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

**ANTEPROJETO**

Consórcio formado pelas empresas:

Patrícia Rocha Leite  
Arquitetura

Miguel Trigo  
arquitectura

**A400**  
Projetistas e Consultores de Engenharia

---

Escavação e Contenção Periférica

Eng.º Ricardo Carriço – A400

Março 2024

## ÍNDICE

1. introdução.....	3
2. descrição da escavação e contenção periférica.....	4
3. faseamento construtivo.....	5
4. materiais.....	7
4.1 Betão Armado em Elementos Estruturais.....	7
4.2 Calda de Cimento.....	7
4.3 Aço em Elementos de Betão Armado.....	7
4.4 Aço em Elementos de Estrutura Metálica.....	7
4.5 Recobrimentos.....	8
5. REGULAMENTAÇÃO.....	8
6. QUANTIFICAÇÃO DE ACÇÕES.....	9
6.1 Ações Permanentes.....	9
6.1.1 Pesos Próprios.....	9
6.2 Sobrecargas.....	9
6.3 Impulsos de Terras.....	9
7. VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA – Critérios Gerais.....	10
7.1 Generalidades.....	10
7.2 Verificação de Segurança em relação ao Estado Limite Último de Resistência.....	11
7.3 Combinações de Ações.....	11
8. ensaios prévios das ancoragens.....	12
9. plano de instrumentação e monitorização.....	12
9.1 Generalidades.....	12
9.2 Grandezas a Medir e Controlar.....	12
9.2.1 Implantação dos aparelhos.....	13
9.2.2 Alvos Topográficos.....	13
9.2.3 Células de Carga.....	14
9.2.4 Transdutores de Vibração.....	14

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

9.3	Frequência das Leituras .....	14
9.4	Processamento e Apresentação dos Resultados .....	15
9.5	Níveis de Alerta e de Alarme.....	15
10.	CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO .....	16
10.1	Ancoragens .....	16
10.2	Microestacas .....	17
10.3	Muro de Betão .....	17
10.4	Estrutura Metálica.....	18

## 1. INTRODUÇÃO

Refere-se a presente memória descritiva ao Anteprojeto de Escavação e Contenção Periférica de um edifício localizado na Rua António Couto em Lumiar, Lisboa. Este documento tem como objectivo a descrição e justificação dos critérios de concepção, dimensionamento e verificação de segurança adoptados, tendo sido incorporadas na presente fase as alterações e comentários emitidos por parte da SRU e do Revisor subsequentes à fase anterior de Estudo Prévio, bem como as alterações em relação à revisão 00 decorrentes da reformulação das rampas de acesso aos pisos enterrados.



Figura 1 – Vista da zona de intervenção (Google Earth Pro)

O edifício em estudo destina-se à habitação, apresentando 2 pisos enterrados, 4 pisos acima do solo e cobertura de duas águas. As habitações serão alocadas nos pisos acima do solo, as áreas comuns e espaços sociais serão colocadas ao nível do piso 0 e os pisos enterrados servirão para estacionamento e áreas técnicas.

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

## 2. DESCRIÇÃO DA ESCAVAÇÃO E CONTENÇÃO PERIFÉRICA

O terreno a intervencionar não apresenta qualquer construção existente e tem um ligeiro declive descendente no sentido Norte-Sul, conforme é visível na figura abaixo.



*Figura 2 – Planta Topográfica*

A presente escavação e contenção periférica surge no sentido de possibilitar a execução de 2 pisos que, em fase definitiva, ficarão enterrados, destinando-se a estacionamento e áreas técnicas.

A necessidade de contenções periféricas surge devido à proximidade da área de implantação do edifício com as instalações do Hospital Pulido Valente no limite Norte, com um edifício existente encostado ao limite Sul e com um edifício existente próximo o suficiente para inviabilizar um talude de escavação até à plataforma de trabalho para execução das fundações no limite Nascente.

As sondagens geotécnicas realizadas no local intersectaram o nível freático aproximadamente à cota 74.50, não se prevendo a afluência de água para o interior da escavação, uma vez que este ficará à cota 76.54.

De acordo com a campanha de reconhecimento geotécnico realizada, constata-se que os terrenos a escavar e a conter serão aterros e aluviões compostos por areias argilosas, argilas

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

arenosas e siltes arenosos, sendo que o terreno “firme” composto por formações do Miocénico se encontra cerca de 4.50m abaixo do fundo de escavação à cota 72.00

Face a todas estas condicionantes previamente mencionadas, optou-se por uma contenção ancorada do tipo muro de munique definitivo nos alçados Norte, Nascente e Poente, por se tratar de uma solução económica e de espessura reduzida em comparação com as restantes alternativas, e uma cortina de microestacas escorada com uma treliça metálica pelo interior da escavação no alçado Sul, por se tratar de uma solução de espessura reduzida em comparação com as restantes alternativas e por evitar a execução de ancoragens provisórias sob o edifício existente vizinho, intenção esta que a SRU manifestou após a entrega do Estudo Prévio e que foi alterada na presente fase.

De salientar que no limite Poente, embora exista liberdade para a execução de um talude de escavação até à cota da plataforma de trabalho, optou-se por prolongar a contenção com um nível de escavação de modo a formar uma caixa fechada rígida para resistir aos impulsos de terras, bem como para executar já nesta fase as microestacas que servirão como elemento de fundação definitivo da estrutura em todo o perímetro do edifício.

Alerta-se para o facto de o muro existente do Hospital Pulido Valente, conforme foi identificado nos poços de inspeção realizados no âmbito do relatório geotécnico, tem uma parte da sapata a invadir o lote do presente projecto. Sugere-se que seja estabelecido contacto com as Entidades envolvidas no sentido de se encontrar um compromisso para a resolução desta situação.

Torna-se igualmente importante mencionar, que ao longo de todo o processo de dimensionamento foram tidos em consideração quer aspetos técnicos, quer aspetos económicos.

### **3. FASEAMENTO CONSTRUTIVO**

O faseamento construtivo previsto para a execução do muro de munique definitivo e cortina de microestacas escorada é descrito de seguida:

1. Reconhecimento do terreno e da sua envolvente de forma a permitir a definição de processos adequados para a remoção de eventuais obstáculos que interfiram com os trabalhos subsequentes;
2. Reconhecimento da cota de fundação do edifício vizinho junto ao alçado sul e comunicação desta informação à Equipa Projectista para validação dos pressupostos de cálculo;
3. Preparação da plataforma de trabalho;
4. Cravação e selagem, de modo sequencial, dos perfis verticais do muro de munique definitivo e cortina de microestacas;

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

5. Escavação do terreno de forma a permitir a execução das vigas de coroamento do 1º nível;
6. Execução das vigas de coroamento;
7. Escavação alternada de troços do terreno do 1º nível de escavação até uma profundidade que permita a execução dos painéis primários da contenção;
8. Execução alternada do 1º nível de painéis primários (ver Nota a);
9. Execução do 1º nível de ancoragens e escoramentos nos painéis primários já executados (ver Nota b e c);
10. Execução alternada do 1º nível de painéis secundários;
11. Escavação alternada de troços do terreno do 2º nível de escavação até uma profundidade que permita a execução dos painéis primários da contenção;
12. Execução alternada do 2º nível de painéis primários (ver Nota a);
13. Execução do 2º nível de ancoragens e escoramentos nos painéis primários já executados (ver Nota b e c);
14. Execução alternada do 2º nível de painéis secundários, excepto os painéis adjacentes à cortina de microestacas;
15. Execução da estrutura desde o limite Norte até à zona dos núcleos até ao piso -1, incluindo laje de fundação, pilares, vigas, paredes, núcleos e laje maciça do piso -1, bem como os muros até ao piso 0;
16. Execução da treliça metálica de escoramento da cortina de microestacas;
17. Execução dos painéis secundários adjacentes à cortina de microestacas;
18. Escavação do terreno junto à cortina de microestacas até à obtenção da cota da plataforma de trabalho;
19. Continuação da Campanha de Instrumentação e Monitorização até ao seu término, conforme indicado nas Condições Técnicas e Memória Descritiva.

Notas:

- a) Refira-se que, com excepção de situações devidamente justificadas, não deverão realizar-se em simultâneo dois painéis primários consecutivos, deixando apenas um secundário de intervalo. Cada painel será executado a partir de uma escavação localizada, após a qual se colocam as armaduras e se procede à respetiva betonagem, deixando-se os negativos para a realização das ancoragens;
- b) Imediatamente após o mínimo período de espera para endurecimento do betão, deverá executar-se a ancoragem, previamente à abertura de novos painéis. A selagem das ancoragens deverá realizar-se com calda de cimento de características apropriadas, recorrendo ao sistema de injeção IRS;
- c) Realização de ensaios de recepção detalhados nas ancoragens onde se preconiza a instalação de células de carga e ensaios de recepção simplificados nas restantes

- ancoragens de modo a comprovar a sua eficácia para as cargas de dimensionamento. Todos os ensaios de recepção deverão respeitar o disposto na EN 1537;
- d) A sequência de execução dos painéis deverá ser definida pelo Adjudicatário e submetida à aprovação da Fiscalização.

#### 4. MATERIAIS

Os materiais adotados na análise estão de acordo com a norma NP EN 206-1, NP EN 206-9, NP EN 10025 e com a Especificação LNEC E464-2007. Os critérios de durabilidade e segurança são estabelecidos para uma vida útil do edifício de 50 anos. Para a estrutura de betão foram consideradas Classes de Inspeção e Execução.

##### 4.1 Betão Armado em Elementos Estruturais

- Betão de Limpeza ou Regularização → C16/20; X0 (P); CI 1.00; D<sub>máx</sub> 22; S2
- Viga de Coroamento → C30/37; XC3 (P); CI 0.40; D<sub>máx</sub> 22; S3
- Muros de Munique → C30/37; XC3 (P); CI 0.40; D<sub>máx</sub> 22; S3
- Restantes Elementos Estruturais → C30/37; XC3 (P); CI 0.40; D<sub>máx</sub> 22; S3

##### 4.2 Calda de Cimento

- Injecção de Selagem → A/C=1/2.50
- Injecção de Alta Pressão → A/C=1/2.30
- Resistência à compressão simples → 27MPa

##### 4.3 Aço em Elementos de Betão Armado

- Varões → A500 NR (LNEC E450:2017)
- Pré-Esforço → S1860/1670 MPa (baixa relaxação)
- Chumbadouros → Classe 8.8 (f<sub>y</sub> = 640 MPa)

##### 4.4 Aço em Elementos de Estrutura Metálica

- Perfis Laminados e chapas → S275 JR (NP EN 10025-2)
- Perfis Tubulares → S275 JRH (NP EN 10210-1)
- Microestacas → N80 (EN 10025-2)
- Porcas → Classe 8 (EN14399-3)
- Anilhas → EN 14399-5
- Parafusos → (EN14399)



#### 4.5 Recobrimentos

- Fundações → 4.0cm
- Muros de Suporte → 4.0cm
- Reservatórios → 3.0cm
- Pilares, Paredes, Núcleos e Vigas em geral → 3.0cm
- Pavimento Térreo e Lajes Maciças → 3.0cm
- Restantes Elementos Estruturais → 3.0cm

### 5. REGULAMENTAÇÃO

O dimensionamento e concepção foi efetuado obedecendo ao estipulado nos seguintes documentos:

- **NP EN 1990** – Eurocódigo 0 – Bases para o projeto de estruturas;
- **NP EN 1991-1.1** – Eurocódigo 1 - Ações em estruturas – Parte 1.1 – Ações gerais. Pesos volúmicos, pesos próprios e sobrecargas em edifícios;
- **NP EN 1991-1.5** – Eurocódigo 1 - Ações em estruturas – Parte 1.5 – Ações gerais. Ações térmicas;
- **NP EN 1992-1.1** – Eurocódigo 2 – Projeto de estruturas de betão – Parte 1.1 – Regras gerais e regras para edifícios;
- **NP EN 1997-1** – Eurocódigo 7 – Projeto geotécnico – Parte 1 – Regras gerais;
- **NP EN 1998-1** – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1 – Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios;
- **NP EN 1998-5** – Eurocódigo 8 – Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 5 – Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos;
- **NP EN 206-1** – Betão – Parte 1 – Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- **CEB-FIP MODEL CODE 1990** - Comité Euro-International du Béton ;
- **LNEC E 464** – Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e de 100 anos face às ações ambientais;
- **LNEC E 465** – Betões. Metodologia para estimar as propriedades de desempenho do betão que permitem satisfazer a vida útil de projeto de estruturas de betão armado ou pré-esforçado sob as exposições ambientais XC e XS.
- **LNEC E 464** – Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e de 100 anos face às ações ambientais;
- **LNEC E 450** – Varões de aço A500 NR para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

- **LNEC E 458** – Redes electrosoldadas para armaduras de betão armado – Características, ensaios e marcação;

## 6. QUANTIFICAÇÃO DE ACÇÕES

### 6.1 Ações Permanentes

São ações que assumem valores constantes, ou com pequena variação em torno do seu valor médio, durante toda ou praticamente toda a vida útil da estrutura. A sua determinação será efetuada tendo em conta as características geométricas dos elementos estruturais e os seus pesos volúmicos, os tipos de revestimentos utilizados, a distribuição das paredes divisórias, etc.

#### 6.1.1 Pesos Próprios

- $\gamma$  Betão 25.00 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma$  Aço 77.00 kN/m<sup>3</sup>

### 6.2 Sobrecargas

- Qk (Alçados Norte, Sul e Poente) 10.00 kN/m<sup>2</sup>
- Qk (Alçado Sul) 60.00 kN/m<sup>2</sup>

A carga que o edifício vizinho irá exercer no alçado sul foi estimada considerando-se um valor característico de 10kN/m<sup>2</sup> por piso, que corresponderá à de 60kN/m<sup>2</sup> supramencionada.

### 6.3 Impulsos de Terras

Os diagramas de impulso adoptados serão os correspondentes às envolventes de Terzaghi e Peck. Estes impulsos referem-se às envolventes de esforço que se exercem nos elementos correspondentes aos pontos de apoio da contenção (ancoragens/escoras), durante as sucessivas fases de execução e não definem impulsos reais, mas os equivalentes de cálculo.

As pressões exercidas pelos solos na contenção serão calculadas de acordo com as seguintes equações:

$$\sigma_h = 0.65 \times K_a \times Y \times H - 2 \times c \times \sqrt{K_a} \quad (1)$$

$$\sigma_{hs} = 1.3 \times K_a \times S \quad (2)$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)} \quad (3)$$

Os parâmetros geotécnicos a considerar na definição dos impulsos na contenção serão os seguintes:

- ZG1 – Peso volúmico de 18kN/m<sup>3</sup>, ângulo de atrito de 25° e coesão nula;

Relativamente ao nível de aplicação da carga exercida na contenção pelo edifício existente no alçado sul, será conservativamente considerado que este se encontra fundado com sapatas 2m abaixo do nível do terreno actual, uma vez que nos poços de inspecção realizados no âmbito da campanha de reconhecimento geotécnico se atingiu uma profundidade de inspecção de 2m e não tinha ainda sido atingida a base das fundações do edifício.

## **7. VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA – CRITÉRIOS GERAIS**

### **7.1 Generalidades**

A verificação da segurança, em termos de estados limites, será efectuada de acordo com os critérios gerais referidos na NP EN 1990 2009, Eurocódigo – Bases para o projeto de estruturas:

- Comparando os valores dos parâmetros por meio dos quais são definidos esses estados com os valores que tais parâmetros assumem devido às ações aplicadas (verificação relativamente aos estados limites de utilização).
- Em termos de grandezas relacionáveis com as ações, comparando os valores que tais grandezas assumem quando obtidos a partir das ações com os valores que assumem quando obtidos a partir dos valores que definem os diversos estados limites; as grandezas escolhidas foram esforços (verificação relativamente aos estados limites últimos de resistência).

## 7.2 Verificação de Segurança em relação ao Estado Limite Último de Resistência

A verificação de segurança relativamente ao estado limite último de resistência, será efectuada em termos de esforços respeitando a condição:

- $E_d \leq R_d$

em que:

**$E_d$**  - valor de cálculo do esforço actuante;

**$R_d$**  - valor de cálculo do esforço resistente.

## 7.3 Combinações de Ações

Para a verificação de segurança em relação aos diversos estados limites serão consideradas as combinações de ações cuja actuação simultânea é considerada verosímil e que produzem na estrutura os efeitos mais desfavoráveis.

No dimensionamento dos elementos estruturais os valores de cálculo dos esforços atuantes serão obtidos para combinações de ações para situações de projeto persistentes ou transitórias, combinações fundamentais, tendo em conta as regras de combinação definidas no EC0.

Combinações Fundamentais – Verificação da Segurança aos E.L.U. de Resistência

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinação Característica – Verificação da Segurança aos E.L.S.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Nas expressões anteriores a simbologia:

“+” – Significa “a combinar com”;

$\Sigma$  – Significa “o efeito combinado de”.

## 8. ENSAIOS PRÉVIOS DAS ANCORAGENS

Haverá que realizar ensaios de carga prévios de ancoragens para comprovar a adequada resistência ao arranque dos bolbos de selagem. Tendo em conta a homogeneidade do maciço onde se localizam as ancoragens é sugerida a execução de um total de quatro ensaios prévios, dois nos aluviões e dois no miocénico.

O ensaio prévio é um ensaio que é executado antes da execução das ancoragens de obra a fim de validar o dimensionamento. Este ensaio pressupõe a execução de um maciço de reação bem como de uma ancoragem, ambos “perdidos”. É um ensaio que apresenta 6 patamares de carga.

De acordo com o EC7, o ensaio prévio serve para “determinar a capacidade resistente última de uma ancoragem no contacto entre a calda de selagem e o terreno bem como as suas características mecânicas na gama de trações de serviço”. Relativamente ao número e tipo de ensaios, o eurocódigo remete para a norma EN 1537:1999. Esta norma não especifica o número de ensaios prévios aconselháveis realizar mencionando apenas que estes devem ser realizados sempre que se “pretenda construir ancoragens em terrenos cujas características não foram ainda alvo de ensaios anteriormente”.

Adicionalmente deverão ser realizados ensaios de receção detalhados nas ancoragens onde se vão instalar as células de cargas, e ensaios de receção simplificados nas restantes ancoragens.

Para os devidos efeitos deverá o adjudicatário apresentar os boletins de ensaio propostos e que deverão ter em consideração o definido no EC7.

## 9. PLANO DE INSTRUMENTAÇÃO E MONITORIZAÇÃO

### 9.1 Generalidades

O PIM (Plano de Instrumentação e Monitorização) prevê o controlo proactivo e sistemático dos trabalhos de escavação e contenção através da monitorização dos parâmetros que influenciam o desenvolvimento da obra, com o fim de verificar e avaliar as hipóteses adotadas em fase de projeto, e onde necessário, adaptá-lo antecipadamente de forma a garantir, sem subestimar a segurança, o cumprimento dos tempos de execução, a gestão de aleatoriedades e dos imprevistos associados ao contexto geológico geotécnico em que a obra se insere.

### 9.2 Grandezas a Medir e Controlar

Tendo em conta a natureza e as dimensões da obra, bem como toda a envolvente física da mesma, o PIM proposto contempla:

- Medição de deformações plano-altimétricas em todas as construções adjacentes aos limites da Obra através de **Alvos Topográficos**;

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

- Medição de deformações plano-altimétricas na própria contenção periférica através de **Alvos Topográficos**;
- Medição das variações de carga nas ancoragens através de **células de carga**;
- Medição e controlo das vibrações das estruturas vizinhas de acordo com a NP 2074, através de **transdutores de vibração**

As medições aos aparelhos instalados serão executadas manualmente com recurso aos respectivos equipamentos de leitura.

Os resultados obtidos serão processados e disponibilizados sob a forma de tabelas e /ou gráficos interpretativos.

O controlo das vibrações das estruturas vizinhas deverá ser feito através da instalação e leitura periódica de transdutores de acordo com a NP 2074.

#### 9.2.1 Implantação dos aparelhos

Os instrumentos a instalar serão distribuídos ao longo da área de intervenção segundo as secções de monitorização propostas. Estes deverão ser colocados e zerados antes do início dos trabalhos. As localizações propostas para os aparelhos acima referidos são as seguintes:

- 8 Alvos topográficos distribuído ao longo do muro de munique;
- 4 Alvos topográficos no edifício vizinho a sul;
- 2 Alvos topográficos no edifício vizinho a nascente;
- 4 Células de carga instaladas na cabeça das ancoragens;
- 1 transdutor de vibração no edifício vizinho a sul;
- 1 transdutor de vibração no edifício vizinho a nascente;

#### 9.2.2 Alvos Topográficos

A instalação dos alvos na contenção será realizada através da colagem e/ou chumbadouros, uma vez que nem sempre a solução de colagem se revela adequada. Os alvos serão previamente colocados em placas metálicas planas fixadas às estruturas.

Em alguns casos, a orientação dos alvos pode ser corrigida de forma a facilitar as pontarias do equipamento topográfico e, conseqüentemente reduzir os erros (da ordem de 1mm).

As medições trigonométricas absolutas sem contacto de convergências e deformações previstas são realizadas utilizando uma estação total com Hardware e Software indicados para o efeito.

As campanhas consistem na leitura de ângulos e distâncias para alvos instalados nos elementos cujos deslocamentos se pretendem determinar.

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

### 9.2.3 Células de Carga

Estas células serão instaladas após a execução do ensaio de receção de cada uma das ancoragens previstas.

As células de carga do tipo hidráulico para ancoragens consistem basicamente numa câmara cilíndrica preenchida com óleo hidráulico a qual é vazada num furo central, de modo a permitir a sua utilização na monitorização do pré-esforço de ancoragens.

A carga é medida nas células dinamométricas instaladas nas ancoragens, ou com ensaios de carga que consistem em ensaios de levantamento que consistem em ensaios de carga com o macaco hidráulico até se verificar o levantamento ou o deslocamento da cabeça da ancoragem relativamente à chapa de distribuição de carga.

### 9.2.4 Transdutores de Vibração

Os transdutores de vibração deverão ser instalados antes da execução da escavação, a fim de avaliar as vibrações induzidas nas estruturas vizinhas ao longo dos trabalhos.

O sistema de medição a utilizar deve incluir transdutores, condicionador de sinal e sistema de registo e processamento, de acordo com a NP 2074.

## 9.3 Frequência das Leituras

Serão feitas várias leituras após a instalação de cada aparelho de modo a definir uma leitura inicial de referência (zeragem). Este procedimento deverá ser efetuado, sempre que possível, antes que ocorra qualquer atividade de construção dentro da área de influência dos respetivos instrumentos de monitorização.

Preconiza-se que seja efetuada uma leitura diária aos instrumentos de medição durante a execução dos trabalhos de escavação e durante a execução da estrutura do edifício. Na situação de se verificar uma tendência para a estabilização das leituras, estas poderão passar a uma periodicidade superior.

A frequência indicada para as leituras poderá sofrer ajustamentos em função dos valores entretanto obtidos.

Em qualquer dos instrumentos, caso os resultados das leituras o justifiquem, poderão ser realizadas leituras adicionais.

- Frequências de leitura recomendadas durante a vida útil da contenção provisória:
- 1º Trimestre - 1 Leitura / semana;
- 2º, 3º e 4º Trimestres – 1 Leitura / 2 semanas;

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

- 1.º Ano - 1 Leitura / mês;
- 2.º Ano - 1 Leitura / 3 meses;
- A partir do 3.º Ano - 1 Leitura / 6 meses.

Considera-se para o tempo de vida útil da contenção provisória o tempo que passa desde a execução da estrutura do edifício até que se execute o aterro definitivo sobre o talude.

Estas frequências poderão ser igualmente ajustadas em função dos resultados das mesmas.

#### 9.4 Processamento e Apresentação dos Resultados

As informações recolhidas dos diferentes instrumentos de monitorização instalados deverão ser tratadas em bases de dados estruturados de forma sequencial e interativa, sob a forma de tabelas e/ou gráficos interpretativos (deslocamento/tempo).

A informação devidamente tratada deverá circular entre todas as entidades envolvidas no projeto e na obra (com conhecimento da Fiscalização) com um máximo de dois dias após as leituras.

#### 9.5 Níveis de Alerta e de Alarme

De acordo com as recomendações da norma europeia EC7, definem-se os seguintes critérios para a análise do comportamento das estruturas adjacentes e as das proximidades:

- Níveis de alerta (estado limite de utilização): máxima rotação relativa de 1/1000, sem tendência de estabilização;
- Níveis de alarme (estado limite último): máxima rotação relativa de 1/500, sem tendência de estabilização.

O sistema de alerta não pode ser interpretado de uma forma rígida, sendo necessário uma perspetiva global do comportamento, a observação direta dos efeitos das deformações registadas e a consideração de ocorrências pontuais relevantes que se possam verificar em obra. Este sistema deverá ser mantido até à execução das lajes do piso 0 e na remoção do nível mais elevado de ancoragens.

Assim, propõe-se que o sistema de alerta seja baseado nos seguintes critérios:

- Evolução das curvas de deformação ao longo do tempo (nomeadamente os seus incrementos de primeira e segunda ordem, que correspondem respetivamente à velocidade e à aceleração do deslocamento);
- Comparações entre os resultados obtidos nas distintas secções de observação;
- Verificação, por observação direta, dos efeitos das deformações registadas;
- Comparações com os resultados teóricos obtidos através de modelos numéricos.

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar



O nível de alerta proposto para os deslocamentos deve ser também aferido com base na variação da taxa de deformação (velocidade):

- mm/dia pode ser considerada como estabilização;
- – 2.0 mm/dia são consideradas médias, requerem atenção e vigilância especial;
- 3 mm/dia é considerado o primeiro nível de alerta.

Assim, o controlo do sistema de alerta é a verificação destas taxas de deformação até ser atingido o nível de alerta máximo definido.

Em relação às células de carga o critério de alerta será de +/-25% do Pré-esforço de Projecto e o critério de alarme será de +/-35% do mesmo.

## 10. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

### 10.1 Ancoragens

A carga nas ancoragens será determinada pela seguinte equação:

$$F_a = \frac{\sigma_{h,total} \times e}{n \times \cos(\alpha)} \quad (4)$$

sendo o pré-esforço útil ( $P_{util}$ ) a instalar nas ancoragens provisórias um valor próximo arredondado deste valor.

Em função do pré-esforço útil definido para cada ancoragem, será determinado o número de cordões de pré-esforço para cada ancoragem.

Para o dimensionamento geotécnico, considerando um factor de segurança (FS) de 1.8 para ancoragens provisórias, um diâmetro de furação ( $\phi_{anc}$ ) de 150mm, um coeficiente de expansão do bolbo de selagem ( $\alpha$ ) de 1.5 e uma tensão tangencial ( $q_s$ ) 100kPa e 370kPa para os estratos de aluviões e miocénico, respectivamente, define-se o comprimento mínimo de bolbo de selagem de acordo com a seguinte equação:

$$L_{s,min} \geq \frac{P_{util} \times FS}{\pi \times \phi_{anc} \times \alpha \times q_s} \quad (5)$$

## 10.2 Microestacas

As microestacas, na fase provisória, terão como função suportar as acções verticais devidas ao peso próprio do muro e à componente vertical das ancoragens na fase provisória da escavação.

O valor de cálculo do esforço axial resistente à compressão ( $N_{c,Rd}$ ) é igual a:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6)$$

Enquanto o valor de cálculo do esforço axial resistente à compressão com encurvadura ( $N_{b,Rd}$ ) é igual a:

$$N_{b,Rd} = \chi \times N_{c,Rd} \quad (7)$$

Uma vez que as microestacas da contenção irão funcionar como elementos de fundação para a fase definitiva da estrutura do edifício, a carga actuante ( $N_{Ed}$ ) para o dimensionamento das microestacas será a maior entre a fase provisória e a fase definitiva. Adicionalmente considerar-se-á uma espessura de corrosão de 1.2mm correspondente a um período de vida útil de 50 anos e solos de aterro não agressivos, de acordo a EN 14199.

Para o dimensionamento geotécnico, considerando um factor de segurança (FS) de 2.0 para microestacas definitivas à compressão, um diâmetro de furação ( $\phi_{mp}$ ) de 300mm, um coeficiente de expansão do bolbo de selagem ( $\alpha$ ) de 1.5 e uma tensão tangencial ( $q_s$ ) 100kPa e 370kPa para os estratos de aluviões e miocénico, respectivamente, define-se o comprimento mínimo de selagem de acordo com a seguinte equação:

$$L_{s,min} \geq \frac{N_{Ed} \times FS}{\pi \times \phi_{mp} \times \alpha \times q_s} \quad (8)$$

## 10.3 Muro de Betão

O dimensionamento das armaduras do muro será efectuado através da envolvente de esforços entre a fase provisória e a fase definitiva.

As armaduras longitudinais dos muros serão dimensionadas através do método das 3 camadas, considerando os esforços de membrana e de momento instalados para cada combinação de acções.

A verificação do esforço transversal será realizada de acordo com o disposto na secção 6.2 do Eurocódigo 2.

As armaduras de punçoamento serão dimensionadas de acordo com o disposto na secção 6.4 do Eurocódigo 2.

Projeto de um edifício de habitação na Rua António do Couto, Lumiar

#### 10.4 Estrutura Metálica

Os perfis metálicos da treliça e das escoras de canto serão dimensionados à flexão composta com compressão e esforço transversal, encurvadura por flexão e encurvadura lateral em conformidade com o capítulo 6 do Eurocódigo 3.

Lisboa, 15 de Março de 2024