UNIVERSIDADE
BEIRA INTERIOR

Requalificação da Fortificação Abaluartada de Campo Maior
Soluções Técnicas de Reabilitação
(versão final após defesa)

Alexandra Margarida Pinheiro Rodrigues

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil
(2º ciclo de estudos ou mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor Luís Filipe Almeida Bernardo

outubro de 2021

Folha em branco

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha filha, Soraia, uma menina linda e doce que sempre me apoia, me incentiva e me acompanha, para que lhe possa servir de inspiração ao longo da sua vida.

Dedico também ao meu marido, Martinho, que me acompanha há mais de vinte anos, cúmplice no trabalho e na vida, que me apoia, me encoraja, com quem partilho os meus dias, os meus projetos e os meus desafios.

Que sempre persigamos os nossos sonhos e sejamos felizes quando os vemos realizados.

Folha em branco

Agradecimentos

Considero que esta Dissertação foi muito importante para minha realização pessoal e profissional, como materialização do trabalho realizado na Fortificação Abaluartada de Campo Maior, que muito me fez crescer e aprender.

A mesma não teria sido possível sem a ajuda e colaboração de algumas pessoas e instituições às quais quero manifestar o meu sincero agradecimento.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Luís Bernardo, pela permanente disponibilidade e fundamental ajuda no desenvolvimento do trabalho, com todas as indicações e orientações no decorrer do processo.

O meu muito obrigado ao Município de Campo Maior, em especial na pessoa do seu Presidente, Dr. João Muacho, pela disponibilidade, interesse e colaboração, autorizando a abordagem deste tema na Dissertação, e facilitando material histórico para a sua realização.

Aos projetistas, tanto da parte da Arquitetura do gabinete VMSA, na pessoa do Arq.º Victor Mestre, como na parte da Estrutura, A2P na pessoa do Eng.º João Appleton, pelo interesse na minha Dissertação e apoio no desenvolvimento do tema escolhido.

Por fim um obrigado muito especial à minha família, em particular ao meu marido e à minha filha, pelo apoio constante durante todo o processo, e pelo tempo que abdicaram da minha presença e da minha disponibilidade, para que pudesse desenvolver esse trabalho que foi para mim tão importante.

Um muito obrigada a todos!

.

Folha em branco

Resumo

A preocupação pela preservação e requalificação do património edificado reveste-se de capital importância e é, cada vez mais, uma preocupação nos trabalhos de engenharia e construção.

A Fortificação Abaluartada de Campo Maior é um monumento nacional cujo estado de conservação apresentava problemas notórios, fruto da falta de conservação e da utilização indevida levada a efeito durante cerca de 40 anos, pelo que a sua intervenção foi uma batalha ganha por parte da autarquia de Campo Maior e um motivo de satisfação e orgulho para o povo de Campo Maior.

A requalificação da Fortificação Abaluartada de Campo Maior foi uma obra em que a autora da presente Dissertação teve o gosto de participar como Adjunta do Diretor de Obra, tendo sido um processo algo complexo, de grande aprendizagem, com a utilização de técnicas e materiais originais, respeitando a identidade do monumento e a compatibilidade na intervenção.

A intervenção foi extensa e profunda, nalguns troços, mas o resultado final foi muito gratificante.

Desde o preenchimento de pequenas lacunas e pequenos rejuntamentos, à reconstrução integral e reforço estrutural de alguns troços de muralha em alvenaria de pedra, passando pelo preenchimento de fissuras e reconstrução de parapeitos em taipa, a execução desta obra foi desafiante, num tipo de trabalhos que não é o corrente, e em que foi constante a aprendizagem, o estudo, as experiências até se conseguir chegar às fórmulas certas para um resultado final quase perfeito.

A presente dissertação apresenta todo o processo de requalificação da Fortificação Abaluartada de Campo Maior, os diversos tipos de intervenções, estruturais e não estruturais, levadas a efeito, explanando todos os passos e dificuldades observadas durante o processo.

Palavras-chave

Requalificação do património; Fortificação abaluartada de Campo Maior; Patologias; Reabilitação; Soluções estruturais e não estruturais; Intervenções em obra.

Folha em branco

Abstract

Nowadays, the concern for the preservation and requalification of the built heritage is of vital importance and, increasingly, a major concern in engineering and construction practice.

The Baluarte Fortification of Campo Maior is a national monument whose state of conservation presented notorious problems, resulting from the lack of conservation and misuse carried out for about 40 years. The consensual acceptance of a necessary intervention was a battle won by the municipality, which was a source of satisfaction and pride for the people of Campo Maior.

The requalification of the Baluarte Fortification of Campo Maior was a work in which the author of this dissertation had the pleasure to participate as the Assitant to the Work Director. The intervention at the site was a complex process, allowing for a high professional learning, with the use of original construction techniques and materials, in order to respect the identity of the monument and the compatibility during the intervention.

In some parts the intervention at the site was extensive and deep, but the final achieved result was very gratifying.

From filling small gaps and small groutings, the full rebuilt and structural strengthening of some parts of the stone masonry wall, untill the filling of cracks and rebuilt of mud parapets, the execution of this non-current work was challenging, and in which learning, study and experimenting were constant, until the right solutions were reached in order to achive an almost perfect final result.

This dissertation aims to presents full aspects of the process of the Bastion or Baluarte Fortification of Campo Maior, including several types of interventions carried out, both structural and non-structural, explaining all the steps and difficulties observed during the process in the situ

Keywords

Requalification of Heritage; Baluarte Fortification of Campo Maior; Patologies; Rehabilitation; Structural and non-structural solutions; Interventions on site.

Folha em branco

Índice

1. Introdução 1
1.1 Fortificações – tipos e elementos constituintes 1
1.2 A fortificação de Campo Maior 9
2. Reabilitação de construções antigas em alvenaria 12
2.1 Introdução 12
2.2 Construção em alvenaria 14
3. Caso de Estudo - Fortificação Abaluartada de Campo Maior 19
3.1 Caracterização da construção e descrição das anomalias antes da intervenção 19
3.2 Materiais utilizados 31
3.3 Identificação dos sistemas construtivos 32
4. Soluções de Reabilitação 35
4.1 Materiais de construção utilizados na requalificação 35
4.10 Caso específico: Troço 22 90
4.2 Consolidação dos panos de alvenaria de pedra com lacunas de pequena dimensão 40
4.3 Reconstrução de troços de parede de alvenaria de pedra da escarpa 44
4.4 Reforços da base da muralha 52
4.5 Reforços em cunhais 58
4.6 Cordões 66
4.7 Reparações, reconstruções e reconfigurações acima do cordão 69
4.8 Canhoeiras 76
4.9 Acabamento 87
5. Conclusões 101
6. Bibliografia 103
7. Anexos 104

Folha em branco

Lista de Figuras

Figura 1 - Detalhes da fortaleza e obras exteriores [3] 8
Figura 2 - *Vista aérea da Fortificação Abaluartada de Campo Maior* 10
Figura 3 – Planta geral da Fortificação Abaluartada de Campo Maior [7]..... 19
Figura 4 - Identificação dos vários elementos da muralha e reparo..... 21
Figura 5 – Identificação dos vários elementos da canhoeira..... 21
Figura 6 - Delimitação de sectores e numeração dos troços da magistral [4]..... 22
Figura 7 – Aspetos dos Baluartes de S. Sebastião e da Boavista (2014) 23
Figura 8 - Aspetos dos Troços 12 e 10 da Magistral antes da intervenção..... 24
Figura 9 - Pormenor do cordão original em tijolo burro..... 33
Figura 10 - Corte esquemático pela estrutura da Fortificação..... 33
Figura 11 – Pedra da região 35
Figura 12– Projeto da peça de cordão pré-fabricada 35
Figura 13 – Peça de cordão pré-fabricada 35
Figura 14 - Trabalho de crivagem da terra para sua aplicação na obra..... 36
Figura 15 - Aspeto do troço 12 previamente à intervenção 37
Figura 16 - Limpeza e preparação de base para recrescimento da alvenaria da escarpa (Troço 8) 37
Figura 17 - Mapeamento do Troço 12..... 38
Figura 18 - Esquema da intervenção Tipo M1..... 42
Figura 19– Pormenor de fissura existente no Revelim das Portas de Santa Maria 43
Figura 20 – Injeção de fissuras..... 43
Figura 21 - Esquema das intervenções Tipo M2a e M2b..... 47
Figura 22 – Troço 7 em várias fases da intervenção 48
Figura 23 – Aspeto do Troço 12 após limpeza, com a base de assentamento completamente preparada (intervenção M5) 49
Figura 24 – Criação de base de assentamento no Troço 8 (intervenção M6)..... 49
Figura 25 – Escarpa reconstruída com pedra argamassada..... 50
Figura 26 – Aterro do reparo no tardoz da escarpa da muralha reconstruída .. 50
Figura 27 - Degradação da base da muralha devido ao afloramento do maciço rochoso (Troço 7) 52
Figura 28 – Estado inicial do Troço 7 54
Figura 29 – Intervenção Tipo 3a..... 55
Figura 30 - Reconstrução de reforço da base da escarpa 56
Figura 31 - Reconstrução de reforço da base da escarpa..... 56
Figura 32 - Pormenor dos cilhares de pedra com varões de inox para reforço estrutural..... 57
Figura 33 - Proposta de intervenção nos Cunhais colapsados 58
Figura 34 - Representação em corte da intervenção de recuperação dos cunhais colapsados 59
Figura 35 - Pormenores do projeto de reforço estrutural das mísulas (Intervenção C3)..... 60
Figura 36 – Cunhal e mísula localizados entre os Troços 8 e 9..... 61
Figura 37 – Recuperação do cunhal (Troços 8 e 9) com consolidação da zona adjacente..... 62

Figura 38 – Preenchimento de lacunas do cunhal (Troços 8 e 9) 63
Figura 39 – Cunhal entre Troços 7 e 8 com lacunas preenchida com pedra 63
Figura 40 – Colocação de perpianhos 64
Figura 41 – Aspeto final depois de colocados os perpianhos 64
Figura 42 – Aspeto final do cunhal e mísula entre os Troços 7 e 8 após recuperação 64
Figura 43 – Aspeto final do dos Troços 16 e 17 após recuperação 65
Figura 44 - Cordão cerâmico existente no Troço 7 66
Figura 45 - Peça de cordão pré-fabricado de betão 67
Figura 46 - Cordão – Troço terminado onde existe diferenciação entre o cordão novo e o original 67
Figura 47 - Amostras de taipa executadas 71
Figura 48 - Cofragem para taipa 72
Figura 49 –Preparação da base da taipa e sistema para aplicação dos taipais 72
Figura 50 – Pormenor de cofragem de taipa e pilões 73
Figura 51 – Pormenor do lancil de betão na base posterior do bloco de taipa 73
Figura 52 – Construção de parapeito em taipa com o auxílio de plataforma (Troço 10) 74
Figura 53 - Parapeito reconstruído em taipa sobre peça de cordão de betão (Troço 11) 74
Figura 54 - Parapeito reconstruído em taipa sobre peça de cordão de betão (Troço 11) 75
Figura 55 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA1 [4] 76
Figura 56 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA2 [4] 77
Figura 57 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA3 [4] 78
Figura 58 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA4 [4] 78
Figura 59 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CS1 [4] 79
Figura 60 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CS2 [4] 79
Figura 61 – Picagem do interior da abóbada e limpeza da fissura para tratamento 80
Figura 62 – Canhoeira com degradação da espalda (Troço 8) – Intervenção CA2 81
Figura 63 - Recuperação do caixilho da canhoeira 82
Figura 64 - Recuperação de canhoeira do Troço 11 82
Figura 65 - Canhoeira Troço 12 – Alçado Original vs Aspeto após recuperação em 2020 83
Figura 66 - Canhoeiras do Troço 11 antes da Intervenção – Esquerda CA2; Direita CA3 83
Figura 67 - Reconstrução da abóbada da canhoeira do Troço 11 84
Figura 68 - Preparação da base para construção da taipa do (Troço 16) – Canhoeira simples 85
Figura 69 - Pano de muralha (em execução) com as fieiras bem identificadas na zona da reconstrução 86
Figura 70 – Realização de testes de pigmentação 87

Figura 71 –Formação aos trabalhadores sobre acabamento da argamassa de rejuntamento 88
Figura 72 - Integração cromática - Pigmentação..... 89
Figura 73 – Localização do Troço 22 [4] 89
Figura 74 – Vista geral [4] 89
Figura 75 – Intervenção prevista em projeto para o Troço 22 [5] 91
Figura 76 –Intervenção Tipo M8 [5]..... 92
Figura 77 – Trabalhos de limpeza do Troço 22..... 92
Figura 78 –Aspeto do Troço 22 onde é notória a inclinação da escarpa em relação ao cordão..... 93
Figura 79 – Localização das sondagens realizadas no Troço 22 94
Figura 80 – Localização do Ensaio SPT realizado no Troço 22 (SPT3)..... 95
Figura 81 – Equipamento de realização do Ensaio SPT..... 95
Figura 82 – Ensaio SPT realizado no Troço 22 95
Figura 83 – Resultado do Ensaio SPT realizado no Troço 22 96
Figura 84 – Resultado do Ensaio SPT realizado no Troço 22 – Quadro resumo 96
Figura 85 – Resultado do Ensaio SPT realizado no Troço 22 – resultado gráfico 97
Figura 86 – Intervenção no Troço 22 98
Figura 87 – Intervenção no Troço 22..... 99

Folha em branco

Lista de Tabelas

Tabela 1. Magistral: identificação e caracterização de anomalias (Fonte: Projeto de Execução da Obra) [4] 26

Tabela 2. Exemplificação do Nível de degradação 1..... 39
Tabela 3. Exemplificação do Níveis de degradação 2, 5, 6, 7 e 8..... 44
Tabela 4. Exemplificação do Nível de degradação 3 51
Tabela 5.(Cont.) Exemplificação do Nível de degradação 3..... 52
Tabela 6. Exemplificação do Nível de degradação 4 68

1. Folha em branco

1. Introdução

A requalificação do património edificado é cada vez mais uma preocupação que se assume de capital importância. Existe atualmente um conjunto significativo de edifícios e monumentos, muitos deles de grande importância histórica e cultural, que devido ao passar dos anos, e à sua utilização, nem sempre apropriada, carecem de obras de recuperação e requalificação para que possam continuar a cumprir as suas funções, nalguns casos, ou simplesmente para que possam continuar a existir, mantendo a integridade e estabilidade, e a contar a sua história.

Para a realização desta dissertação de Mestrado foi escolhida a obra de Requalificação da Fortificação Abaluartada de Campo Maior, uma obra do Município de Campo Maior, cujo projeto de Arquitetura e Coordenação foi elaborado pelo gabinete VMSA Arquitectos e os Projetos de Especialidades pelo Gabinete A2P Estudos e Projetos.

1.1 Fortificações – tipos e elementos constituintes

Uma fortaleza (forte ou fortificação), do latim "fortis" = forte ou "facere" = fazer, é uma estrutura arquitetónica militar projetada para a guerra defensiva.

A humanidade vem erguendo este tipo de estruturas há milhares de anos, com uma variedade de desígnios crescentemente complexos, que acompanharam também a evolução do armamento.

Em termos técnicos, uma fortaleza é composta por duas ou mais baterias de artilharia, distribuídas em obras independentes, e com largo intervalo entre si. Por outro lado, um forte é composto de uma ou mais baterias na mesma obra. Algumas instalações militares são conhecidas como fortes, embora nem sempre sejam fortalecidos. A palavra fortificação também pode se referir à prática de melhorar a defesa de uma área com trabalhos de defensiva.

As estruturas de fortificação normalmente são divididas em duas categorias:

- Fortificações permanentes - erguidas com todos os recursos que um Estado pode prover em termos de habilidade construtiva e mecânica, empregando materiais duradouros;

- Fortificações de campanha (ou de campo) - erguidas no contexto de um combate ou de uma guerra, por tropas no campo, com o emprego de materiais locais que não exijam muita preparação, como terra apilhada, madeira de mato (faxina), etc.

Na segunda categoria ainda podem ser consideradas as fortificações semi-permanentes, aquelas que, no curso de uma campanha, se tornam necessárias para proteger alguma localidade propiciando uma defesa permanente e que podem ser erguidas com o trabalho de civis e em pouco tempo [3].

Apresentam-se a seguir os principais elementos que constituem uma fortificação, apresentando-se também a sua definição para melhor compreensão da presente exposição.

- Adarve [10]

Caminho no alto da face interna da muralha de um castelo medieval, de uma paliçada ou na parte superior da escarpa de uma fortificação moderna, acima do cordão, protegido pelo parapeito, e que no último caso ligava às guaritas, onde se circulava para vigiar e defender a fortificação. Devido à sua função, também se pode denominar de caminho de ronda.

- Bastião ou baluarte [10]

Estrutura característica da arquitetura abaluartada, de planta pentagonal irregular, que se destacava nos ângulos salientes de duas *cortinas* contínuas ou de outros pontos vulneráveis. Segundo Antoine de Ville, a distância entre dois baluartes não podia ser superior à distância de um tiro de mosquete, sendo o alcance de um mosquete médio de 750 pés.

O baluarte é composto pelos *flancos*, onde a artilharia se concentrava, e pelas *faces*, por onde eram conduzidos os ataques inimigos. Pode dispor de *praças altas* e *praças baixas*, de modo a criar plataformas de tiro a diferentes alturas, importante onde o terreno exterior apresentava variações topográficas que era necessário dominar.

- Caminho coberto [10]

Espaço de circulação numa fortificação moderna existente no alto da contra-escarpa, para além do fosso que percorre todo o seu perímetro exterior, destinado à circulação dos defensores.

Normalmente era acedido por rampas. Encostada à esplanada existia uma banqueta de tiro corrida que era protegida por um reparo geral que servia de parapeito ou por uma estacada de madeira. No caminho coberto e nos seus ângulos localizavam-se as praças de armas, abertas ou fechadas conforme o ângulo que era formado, e onde se procedia ao render das tropas.

- *Canhoneira [10]*

Designação dada à troneira de formato retangular construída no corpo das estruturas e edifícios da fortificação de transição e ao espaço de intervalo entre os merlões do parapeito de uma fortificação abaluartada, onde eram colocadas as bocas de fogo.

- Cisterna *[10]*

Espaço resguardado para depósito de água, onde se recolhiam e armazenavam as águas pluviais, através de vários sistemas.

Normalmente, todas as fortificações possuíam uma cisterna, podendo alcançar grandes dimensões e qualidade arquitetónica nas fortificações abaluartadas.

- *Cordão [10]*

Friso de secção semicircular que normalmente circundava exteriormente as fortificações modernas, ao nível inferior das canhoneiras, separando o parapeito do remate da escarpa.

- Cortina *[10]*

Troço do reparo de uma fortificação abaluartada que liga os baluartes entre si. Corresponde ao pano de muralha na fortificação medieval.

- *Escarpa exterior [10]*

Componente do reparo constituído pela inclinação da face exterior da fortificação, desde o cordão até ao fosso. Constitui o revestimento interno do fosso, sendo normalmente coberto a silharia, denominada de camisa.

- *Guarita [10]*

Pequeno espaço coberto construído destacadamente nos ângulos das cortinas e baluartes de uma fortificação moderna ou, por vezes, sobre as portas, para vigilância e defesa da fortificação, podendo assumir várias formas e assentar sobre mísula, sobre parte do parapeito ou integrá-lo em cerca de dois terços da sua altura.

- *Magistral [10]*

Linha que contorna toda a fortificação moderna, definida pela crista da escarpa ou cordão, quando este existe.

- *Meio Baluarte [10]*

Baluarte incompleto de uma fortificação abaluartada, composto apenas num dos lados pelo flanco e face normais e sendo o lado oposto retilíneo.

- *Merlão [10]*

Elemento maciço do parapeito de uma fortificação moderna entre cada uma das canhoneiras.

O termo surgiu pela primeira vez no século XVII no Dicionário de Oudim, de 1600. Com o surgimento do termo merlão na fortificação abaluartada para designar a parte sobrante do parapeito onde se rasgavam as canhoneiras, que não tinham nome específico, estas passaram a ser designadas de ameias. O erro generalizou-se rapidamente e passou a chamar-se, mesmo nas fortificações medievais, ameia ao espaço vazio entre duas partes sólidas, e merlões a essas partes sólidas.

Assim, ainda hoje é comum vermos chamar merlão à ameia e ameia à aberta.

- *Muralha [10]*

Parede possante construída em cantaria de pedra, alvenaria de pedra, ladrilho, xisto ou em taipa, que cercava um recinto ou povoação medieval e que, pela sua altura, espessura e disposição, se destinava a evitar o seu escalonamento, destruição e a dificultar os trabalhos de sapa e minagem da sua base.

- *Poterna* [10]

Porta da fortificação moderna de menores dimensões que a magistral ou a do revelim, com estrutura simples e dissimulada, conduzindo para o exterior e usada exclusivamente por militares para sortidas e defesa das obras exteriores. A sua

distribuição devia facilitar a comunicação entre a praça e as obras exteriores, já que em caso de guerra era por aí que os soldados deviam recolher ao espaço muralhado. Preferencialmente, deviam ser construídas no extremo das cortinas.

Era também pelas poternas que os esgotos da praça eram canalizados para o fosso, por serem os únicos locais onde o reparo era interrompido a cotas inferiores às da praça.

- *Praça de armas* [10]

Espaço de reunião dos defensores no caminho coberto de uma fortificação abaluartada antes de partirem em sortidas.

- Reparo [10]

Maciço de terra solta e alvenarias, composto por cortinas e baluartes, levantado à volta do espaço que se pretendia fortificar, funcionando como uma gigantesca trincheira, e destinado a amortecer o impacto dos projéteis. Normalmente é revestido a pedra por razões de manutenção da estrutura.

- Terrapleno [10]

Plataforma rasgada longitudinalmente no reparo e protegida pelo parapeito, destinada à manobra das bocas de fogo e ao movimento dos homens.

Como obras exteriores a fortificação pode conter:

- Contraguarda [10]

Obra exterior numa fortificação abaluartada, composta por duas grandes faces e flancos muito estreitos, desempenhando a mesma função que a meia-lua, mas sendo maior que esta e cobrindo o baluarte de um modo mais amplo.

- Contra Escarpa [10]

Face exterior do fosso de uma fortificação, construída em declive, oposta à escarpa, que na fortificação abaluartada tem ao alto o caminho coberto.

- Escarpa [10]

Face interior do fosso de um castelo medieval, perpendicular ao fosso.

- Fosso [10]

Escavação feita à volta de uma fortificação, acompanhando todo seu perímetro ou limitando-se a determinada zona, considerada mais sensível ou menos protegida naturalmente, de modo a dificultar o acesso às entradas ou a aproximação às muralhas ou cortinas, para proceder a trabalhos de sapa.

O fosso tinha normalmente cerca de 2 metros de profundidade ou fundo e 5 a 10 de largura ou de boca, podendo ser seco, ou cheio de água, consoante as características hidrográficas e geológicas do terreno, sendo este último muito raro em Portugal e inexistente nos castelos roqueiros.

Normalmente era para o fosso que se conduziam as águas das condutas subterrâneas de recolha das águas pluviais, das latrinas das casamatas, etc.

- Hornaveque ou Obra Corna [10]

Estrutura exterior importante, composta por dois meios baluartes de braços mais ou menos compridos unidos por uma cortina, construída à frente de um baluarte, de um revelim ou de uma cortina.

- Meia-lua [10]

Obra exterior de uma fortificação moderna, composta de duas faces e dois flancos, que cobre o ângulo do baluarte. Constitui uma estrutura semelhante ao revelim, mas mais pequena e com a gola curvilínea em forma de meia lua.

- Obra Exterior [10]

Obra de defesa acessória exterior ao castelo medieval ou à fortificação moderna, sendo, neste último caso, envolvida pelo caminho coberto.

- Porta da Vila [10]

Porta principal de uma cerca de vila medieval ou porta interior que liga o castelo propriamente dito à povoação adjacente fortificada, podendo ser ladeada ou flanqueada por torres e / ou cubelos ou possuir outros elementos de defesa.

Nas cercas urbanas, o nome das portas era normalmente o da povoação importante mais próxima para a qual estava virada e, a partir da Idade Média, começam a ser designadas por nomes de santos, devido à sua sacralização com a construção de nichos ou pequenas capelas superiores.

- Revelim [10]

Estrutura exterior da fortificação moderna, de forma triangular, podendo, no entanto, ter flancos, construída entre dois baluartes e à frente da cortina para a reforçar e / ou cobrir as portas. O relevo do revelim é inferior ao do corpo da praça para não lhe cobrir as vistas e poder ser batido pelo fogo da praça. As faces podem ter remates uniformes ou em crista.

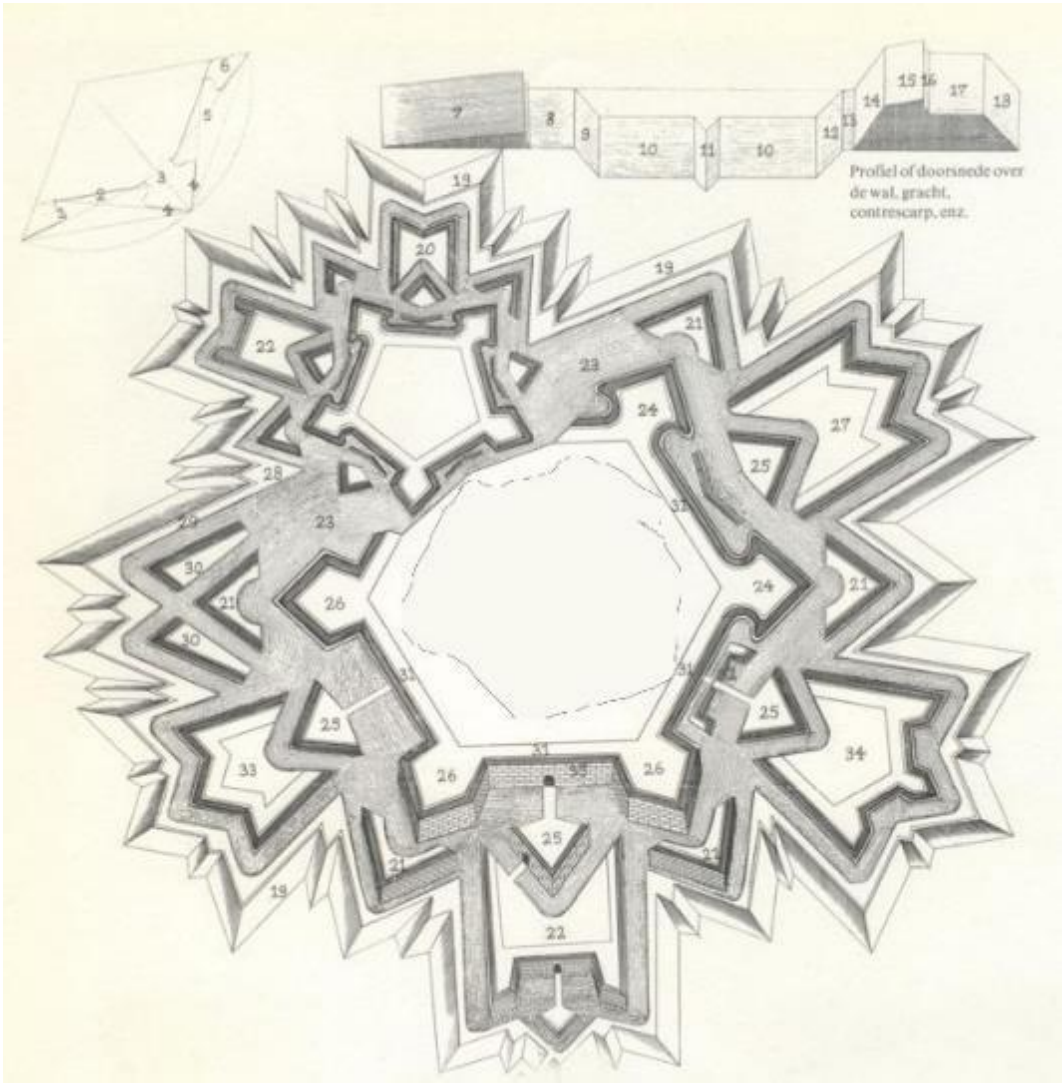
- Tenalha [10]

Obra exterior pouco relevada construída, normalmente, à frente da cortina de uma fortificação abaluartada, entre os flancos de dois baluartes consecutivos, destinada a cobrir as escarpas muito expostas nesta zona em que o fosso geralmente se alarga e a levar a defesa a maior distância. A tenalha pode também proteger a poterna.

A tenalha simples compunha-se de dois flancos e de um ou dois ângulos re-entrantes, mas se os flancos estreitavam acentuadamente para o lado da praça, designava-se de cauda de andorinha.

Estas fortalezas construídas pós Restauração da Independência, foram projetadas segundo os modelos de referência da "Escola Holandesa", por técnicos estrangeiros, fundamentalmente franceses e holandeses, como João Pascácio Cosmander em projeto inicial e Nicolau de Langres, no projeto final e obra. Os diversos projetos destes autores eram verdadeiramente inovadores, pois adaptavam os referidos modelos construídos nos Países Baixos, desenvolvidos para terrenos planos e alagados, a cumes de elevações que continham normalmente as anteriores fortificações medievais. As adaptações ao terreno determinavam as características específicas de cada uma destas fortificações, desde a forma geométrica pela qual se inicia o traçado, até ao cumprimento ou não das regras, as que definiam por exemplo os limites máximos das cortinas e linhas fixantes que eram o alcance dos tiros de mosquete. Muitas vezes as regras não eram cumpridas pelo facto do terreno da escarpa ser muito íngreme ou por decisão de inundar o fosso tirando partido de linhas de água, não sendo possível atacar por essa frente. Constituem estas fortificações ótimos exemplos de adaptações, de modelos importados, ao terreno de forma a cumprir plenamente a função para que eram erigidas – a defesa do território. [4]

Na Figura 1 apresenta-se a sua representação e posicionamento dos diversos elementos na estrutura da Fortificação:



Nomenclatura de uma fortificação abaluartada:

1) Flanco do baluarte
2) Cortina
3) Gola do baluarte
4) Face do baluarte
5) Linha de defesa
6) Linha capital do baluarte
7) Esplanada (perfil)
8) Caminho coberto (perfil)
9) Contraescarpa (perfil)
10) Fosso (perfil)
11) Refocete (perfil)
12) Escarpa (perfil)
13) Caminho de ronda (perfil)
14) Muralha (perfil)
15) Parapeito (perfil)
16) Banqueta (perfil)
17) Terrapleno (perfil)
18) Reparo (perfil)
19) Esplanada
20) Tenalha composta
21) Meia-lua
22) Horneveque
23) Fosso
24) Baluarte de orelhões
25) Revelim
26) Baluarte regular
27) Chapéu de bispo
28) Praça de armas
29) Caminho coberto
30) Contraguarda
31) Cortina - 32) Tenalha
33) Chapéu de bispo
34) Coroada
35) Escarpa

Figura 1 - Detalhes da fortaleza e obras exteriores [3]

1.2 A fortificação de Campo Maior

Depois de ter sido ocupada sucessivamente por Celtas, Romanos e Muçulmanos, Campo Maior foi reconquistada pelas tropas leonesas no ano de 1230, tendo ficado integrada em definitivo no território português com a assinatura do Tratado de Alcañices em 1297.

Alguns anos depois, em 1310, D. Dinis mandou construir o castelo ao mesmo tempo que concedeu carta de foral à povoação. Nos finais do século XV, pela importância geoestratégica que Campo Maior desempenhava na defesa fronteiriça, D. João II mandou ampliar a fortificação, ordenando a edificação de um novo conjunto de muralhas que albergasse todo o perímetro urbano, que em cerca de 200 anos tinha conhecido uma expansão considerável para fora da cerca primitiva. Esta obra iria prolongar-se pelo reinado de D. Manuel.

Depois do período filipino e da Restauração da Independência em 1640, houve a necessidade de reforçar todo o sistema defensivo do país, com a construção de grandes conjuntos fortificados, como Elvas, ou a reconstrução e ampliação de antigos castelos e fortalezas. Assim, e decorrendo desta decisão de D. João IV, iniciaram-se em 1645 os trabalhos de construção da fortaleza abaluartada do Castelo de Campo Maior, sob orientações de João Cosmander, sucedido neste cargo por Nicolau de Langres. A obra ficou terminada apenas nos finais do século XVII, já durante o reinado de D. Pedro II e sob a direção do Mateus do Couto.

Em 1732, uma violenta trovoada causou a ruína de uma das torres que servia de paiol. A explosão que então deflagrou e o incêndio que se seguiu afetaram grande parte da vila e consumiu mesmo mais de metade das habitações em redor do castelo. D. João V ordenou a sua reconstrução, a cargo do engenheiro militar Manuel de Azevedo Fortes, transformando as antigas ruínas medievais numa fortaleza mais pequena, mas de maior operacionalidade. Hoje restam duas das seis torres retangulares da estrutura original, integradas nas muralhas de planta trapezoidal, com adarve e ameias. A estrutura prolonga-se pela cerca velha, da qual subsistem sete torreões.

A fortaleza abaluartada seiscentista forma um polígono de dez lados, do qual foram destruídos alguns troços de cortina. O sistema é composto por quatro baluartes (Boa Vista, Santa Cruz, Cavaleiros ou de S. João e Fonte do Concelho), seis meios baluartes (S. Sebastião, Lisboa, Curral dos Coelhos, Príncipe, S. Francisco e Santa Rosa), quatro

revelins e pela chamada Porta da Vila. Dentro do seu perímetro conserva a estrutura dos quartéis, bem como de dependências como habitações, cavalariças e armazéns.

No interior da cerca do castelo foi edificada no século XVIII a Capela do Senhor dos Aflitos, de planta retangular com fachada simples, rasgada por portal de moldura reta com óculo e rematada por frontão contracurvado com fogaréus e painel de azulejos policromados. [1]

A Fortificação de Campo Maior (Figura 2) é um exemplo de Arquitetura militar, medieval e moderna. O Castelo e a cerca urbana pertencem ao período medieval. Fortificação em relevo, era estratégica, orientada para Espanha, fazendo parte de uma primeira linha de defesa do Alentejo, a par com o Castelo de Ouguela, Elvas, Olivença e Juromenha.

Esta é uma Fortificação Abaluartada de época moderna, possuía o único fosso aquático construído no país, tendo, no projeto, três ribeiras que confluíam para o fosso, alimentando-o [2].

Figura 2 - *Vista aérea da Fortificação Abaluartada de Campo Maior*

O perímetro da fortificação é de 4.295 m e abrange uma área de 372.273.47m² além do Fortim de São João no exterior deste polígono definido pela área da fortificação com as obras externas incluídas. [5]

Esta Dissertação de Mestrado teve como principais objetivos apresentar a requalificação da Fortificação Abaluartada de Campo Maior, um monumento que apresentava um significativo nível de degradação, explanando as técnicas utilizadas na intervenção, materiais e as principais preocupações durante o processo.

2. Reabilitação de construções antigas em alvenaria

2.1 Introdução

O património arquitetónico representa um bem valioso considerando os aspetos culturais e também económicos. O turismo e o lazer serão certamente uma das indústrias mais importantes do 3º milénio, e este está intimamente relacionado com o património. Em geral, a existência de um monumento ou conjunto monumental emblemático representa a atração principal de um local e, simultaneamente, um gerador direto e indireto de recursos financeiros. As construções degradam-se com o tempo pelo que a conservação e restauro do património é uma forma de desenvolvimento sustentável. Por outro lado, a sociedade civil atual exige a proteção do património de valor cultural e a sua transferência para as gerações vindouras, pelo que a conservação e restauro do património é também uma forma de cultura.

De acordo com o ICOMOS - Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitetónico, as estruturas do património arquitetónico, pela sua natureza e história intrínsecas (material e constituição), apresentam desafios específicos no diagnóstico e restauro que limitam a aplicação dos regulamentos e normas atuais sobre construções. As recomendações são não só desejáveis como, também, necessárias, de modo a estabelecer metodologias de análise racionais e métodos de intervenção apropriados ao contexto cultural.

Por esse facto foram publicadas recomendações neste âmbito para todos aqueles que estejam envolvidos em problemas de conservação e restauro, não podendo, de forma alguma, substituir o conhecimento específico adquirido em publicações culturais e científicas.

A conservação, o reforço e o restauro do património arquitetónico requerem uma abordagem multidisciplinar. O valor e a autenticidade do património arquitetónico não podem ser baseados em critérios fixos porque o respeito devido a cada cultura requer também que a sua herança física seja considerada dentro do contexto cultural ao qual pertence.

A especificidade das estruturas do património, com a sua história complexa, requer a organização de estudos e propostas em fases semelhantes às que são utilizadas em medicina. Anamnese, diagnóstico, terapia e controlo correspondem, respetivamente, à análise da informação histórica, identificação das causas de danos e degradações, seleção das ações de consolidação e controlo da eficácia das intervenções. De forma a assegurar a eficiência da utilização dos meios disponíveis e o impacto mínimo no património arquitetónico, é muitas vezes necessário repetir estas fases num processo iterativo. Refira-se a propósito que nesta obra esta situação foi recorrente, e no caso da taipa, até "afinar" a receita da mistura e otimizar o método e o processo foram executadas várias amostras, com dosagens distintas, deixando-as expostas algum tempo, para definição a solução final a adotar na obra.

O primeiro passo para uma correta intervenção prende-se com a identificação da escala do problema, por uma equipa multidisciplinar, por forma a definir os pormenores da intervenção.

A compreensão completa do comportamento estrutural e das características dos materiais é necessária a qualquer projeto de conservação e restauro. É essencial recolher informação sobre a estrutura no seu estado original, sobre as técnicas e métodos utilizados na sua construção, sobre as alterações posteriores e os fenómenos que ocorreram e, finalmente, sobre o seu estado presente.

A avaliação da segurança, constitui a etapa seguinte ao diagnóstico, é a fase em que a decisão sobre a possível intervenção é definida, sendo necessário conciliar a análise qualitativa com a análise quantitativa. Frequentemente, a aplicação dos níveis de segurança adotados no dimensionamento de construções novas requer medidas excessivas, quando não impossíveis. Nestes casos, outros métodos, adequadamente justificados, podem permitir diferentes abordagens sobre a segurança. Toda a informação adquirida, o diagnóstico (incluindo a avaliação da segurança) e qualquer decisão sobre a intervenção, devem ser descritos em detalhe num "RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO".

A escolha entre técnicas "tradicionais" e "inovadoras" deve ser decidida caso a caso, com preferência pelas técnicas que são menos invasivas e mais compatíveis com o valor patrimonial, tendo em consideração as exigências de segurança e durabilidade.

As características dos materiais utilizados em trabalhos de conservação, restauro e reforço estrutural (em particular utilizando novos materiais) e a sua compatibilidade com materiais existentes devem ser completamente conhecidas. O conhecimento deve estender-se aos efeitos a longo prazo, para que os efeitos colaterais indesejáveis sejam evitados.

Qualquer intervenção deve, até onde for possível, respeitar a conceção e as técnicas de construção originais, bem como o valor histórico da estrutura e da evidência histórica que representa.

A intervenção deve ser o resultado de um plano integrado que dê o devido peso aos diferentes aspetos da arquitetura, estrutura, instalações e funcionalidade. A remoção ou alteração de qualquer material histórico ou de características arquitetónicas valiosas deve ser evitada sempre que possível.

A reparação é sempre preferível à substituição.

Nas "*Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitectónico"* do ICOMOS apresentam-se algumas soluções para diversos materiais, sendo que na obra cuja qual se baseia esta dissertação apenas se inclui alvenaria e terra, pelo que neste documento apenas se apresentam as recomendações que a estes materiais dizem respeito.

Na obra da Requalificação da Fortificação Abaluartada de Campo Maior a escarpa da muralha é em alvenaria de pedra, bem como alguns peitoris e merlões, enquanto que outra parte dos peitoris está executada em taipa.

2.2 Construção em alvenaria

O termo alvenaria aqui utilizado refere-se à construção em pedra, tijolo e terra (i.e. adobe, taipa, etc.). As estruturas de alvenaria são feitas geralmente de materiais que têm uma resistência à tração muito baixa e podem facilmente exibir fendilhação interna ou separação entre elementos. Contudo, estes sinais não são necessariamente uma indicação de perigo, porque as estruturas de alvenaria funcionam principalmente à compressão.

A análise preliminar da alvenaria deve identificar as características dos constituintes deste material compósito: as pedras (calcário, arenito, etc.) ou tijolos (cozidos ou secos ao sol, etc.), e o tipo de argamassa (cimento, cal, etc.). É também necessário conhecer como os elementos estão ligados (juntas secas, juntas argamassadas, etc.) e o modo como se relacionam geometricamente entre si. Diferentes tipos de ensaios podem ser utilizados para averiguar a composição da parede (ensaios endoscópicos, etc.).

Também é necessário compreender a sequência da construção porque as diferentes características dos diferentes períodos da alvenaria podem afetar o comportamento global da estrutura.

Deve ser prestada particular atenção a paredes espessas construídas com diferentes tipos de materiais. Nessas paredes incluem-se paredes duplas, paredes de alvenaria com enchimento irregular, e paredes de tijolo de face à vista que têm um núcleo de fraca qualidade. Não só o núcleo interior pode ser menos capaz de suportar carga, mas, também, pode ele próprio produzir impulsos nos panos exteriores. Neste tipo de alvenaria, os panos exteriores podem separar-se do núcleo interno, pelo que é necessário verificar se os diferentes elementos estão a funcionar em conjunto ou separadamente. Este último caso é, habitualmente, perigoso porque os panos exteriores podem tornar-se instáveis.

Tensões de compressão próximas da capacidade dos materiais podem causar fendas verticais como primeiro sinal de danos, conduzindo finalmente a grandes deformações laterais, destacamentos, etc. A extensão na qual estes efeitos se tornam visíveis depende das características do material e, em particular, da sua fragilidade. Estes efeitos podem desenvolver-se muito lentamente (até durante décadas) ou rapidamente, mas tensões próximas da resistência última representam um risco de colapso elevado, mesmo que as ações permaneçam constantes.

Uma análise da distribuição de tensões é útil para identificar as causas de danos. Para compreender as causas de danos (diagnóstico) é necessário avaliar primeiro os níveis e a distribuição de tensões, mesmo que aproximadamente. Dado que as tensões são normalmente muito baixas, pequenos erros na avaliação não afetam significativamente a margem de segurança. Uma inspeção visual do padrão de fendilhação pode fornecer uma indicação do trajeto das cargas dentro de uma estrutura. Quando as tensões, em áreas significativas, estão próximas da resistência última é necessário realizar uma análise estrutural mais precisa ou ensaios específicos na alvenaria (ensaio de macacos

planos, ensaio sónico, etc.) para proporcionar uma avaliação mais precisa da resistência.

As cargas laterais atuantes no plano da estrutura podem causar fendas diagonais ou deslizamento. As cargas fora do plano ou cargas excêntricas podem causar separação dos panos, numa parede de panos múltiplos, ou rotação da totalidade da parede sobre a sua base. Neste último caso, é possível que surjam fendas horizontais na base da parede antes de ocorrer o derrubamento.

As diferentes possibilidades de intervenção para reforçar uma parede incluem:

- ✓ o refechamento das juntas da alvenaria existente, consolidação da parede com argamassa de injeção do tipo "grout";
- ✓ a inclusão de armaduras metálicas, verticais ou longitudinais;
- ✓ a remoção e reposição de material deteriorado;
- ✓ o desmonte e a reconstrução, parcial ou total.

De referir que na obra em estudos foram utilizadas todas estas técnicas, em situações concretas e especificas, que serão devidamente explicadas e apresentadas no capítulo 4.

O uso de argamassas fluidas (cal, cimento, resinas, produtos especiais, etc.) injetadas para consolidar a alvenaria e resolver problemas de fendilhação e degradações, depende das características dos materiais. Deve ser dada particular atenção à compatibilidade entre materiais originais e materiais novos.

Os cimentos com sais apenas podem ser utilizados se não existir risco de danos para a alvenaria e, em particular, para os seus paramentos. Em paredes construídas com argamassas que possuem gesso, a reação entre o gesso e os minerais do cimento resulta na formação de sais que irão causar danos. Pode ainda existir um problema de lixiviação de sais solúveis da argamassa que resulta em eflorescências na superfície da alvenaria de tijolo (particularmente arriscado quando existem rebocos históricos ou frescos).

Existem diferentes produtos para a proteção e consolidação de superfícies que não apresentam nenhum revestimento para as proteger. Porém, estes produtos raramente são completamente eficientes e tem que ser prestada particular atenção a possíveis efeitos colaterais.

Os arcos e abóbadas são elementos típicos das estruturas em alvenaria. Estes elementos contam com a curvatura e com o impulso nas nascenças para reduzir ou eliminar os momentos fletores, permitindo, assim, a utilização de materiais com baixa resistência à tração. A sua capacidade de carga é habitualmente excelente e é o movimento ao nível das nascenças que, ao introduzir momentos fletores e tensões de tração, conduz a aberturas de juntas e possível colapso.

A formação de fendas de reduzida espessura pode ser normal no comportamento de algumas estruturas em abóbada. Os problemas estruturais podem estar associados com uma execução deficiente (fraca aderência entre unidades de alvenaria, baixa qualidade do material, etc.), geometria imprópria para a distribuição de cargas, ou resistência e rigidez inadequadas dos componentes que resistem aos impulsos (correntes ou cadeias metálicas, mísulas).

Quando o material de construção tem resistência muito baixa (como em estruturas feitas de pedras irregulares com muita argamassa), é possível detetar a separação de partes das abóbadas nas zonas onde a compressão é baixa ou onde existem tensões de tração, podendo, em certas circunstâncias, conduzir ao seu colapso gradual.

A relação entre a distribuição da carga e a geometria da estrutura deve ser cuidadosamente considerada quando as cargas (especialmente cargas permanentes elevadas) são removidas ou acrescentadas a estruturas de alvenaria em arco ou em abóbada.

As principais medidas de intervenção são baseadas na devida consideração dos aspetos acima referidos, podendo consistir no seguinte: introdução de tirantes novos (normalmente ao nível do arranque das abóbadas, ou ao longo de círculos paralelos nas cúpulas); construção de contrafortes; correção da distribuição da carga (em alguns casos com adição de cargas).

Construções altas como torres, torres sineiras, minaretes, etc., são caracterizadas por tensões de compressão elevadas e apresentam problemas semelhantes aos dos pilares e das colunas. Além disso, estas estruturas podem estar debilitadas por ligações deficientes entre as paredes e por alterações, como a execução ou tamponamento de aberturas, etc. Quando corretamente posicionados, o uso de barras-tirante e correntes, cadeias horizontais pode melhorar a sua capacidade resistente para cargas gravíticas.

3. Caso de Estudo - Fortificação Abaluartada de Campo Maior

3.1 Caracterização da construção e descrição das anomalias antes da intervenção

A intervenção que se apresenta na presente Dissertação refere-se ao Plano de intervenção de conservação e consolidação da fortificação abaluartada de Campo Maior – Troço Sul-Poente. O processo de classificação como Monumento Nacional do Castelo de Campo Maior incluindo as fortificações medievais e modernas encontrava-se em fase de apreciação desde janeiro de 2016.

A avaliação do estado de conservação e definição dos trabalhos de reparação e reforço das estruturas da Fortificação de Campo Maior refere-se à área do quadrante sul/poente da mesma fortificação, compreendida entre o Meio Baluarte de Sta. Rosa e o Baluarte de Sta. Cruz, englobando os seguintes elementos, representados na Figura 3:

- Meio Baluarte de Santa Rosa;
- Baluarte da Boa Vista;
- Revelim da Boa Vista;
- Meio Baluarte de São Sebastião;
- Ermida do Mártir Santo;
- Porta da Vila ou Porta de Santo António;
- Meio Baluarte de Lisboa;
- Revelim da Porta da Vila ou de Santa Maria;
- Meio Baluarte do Curral dos Coelhos;
- Baluarte de Santa Cruz;
- Cortinas.

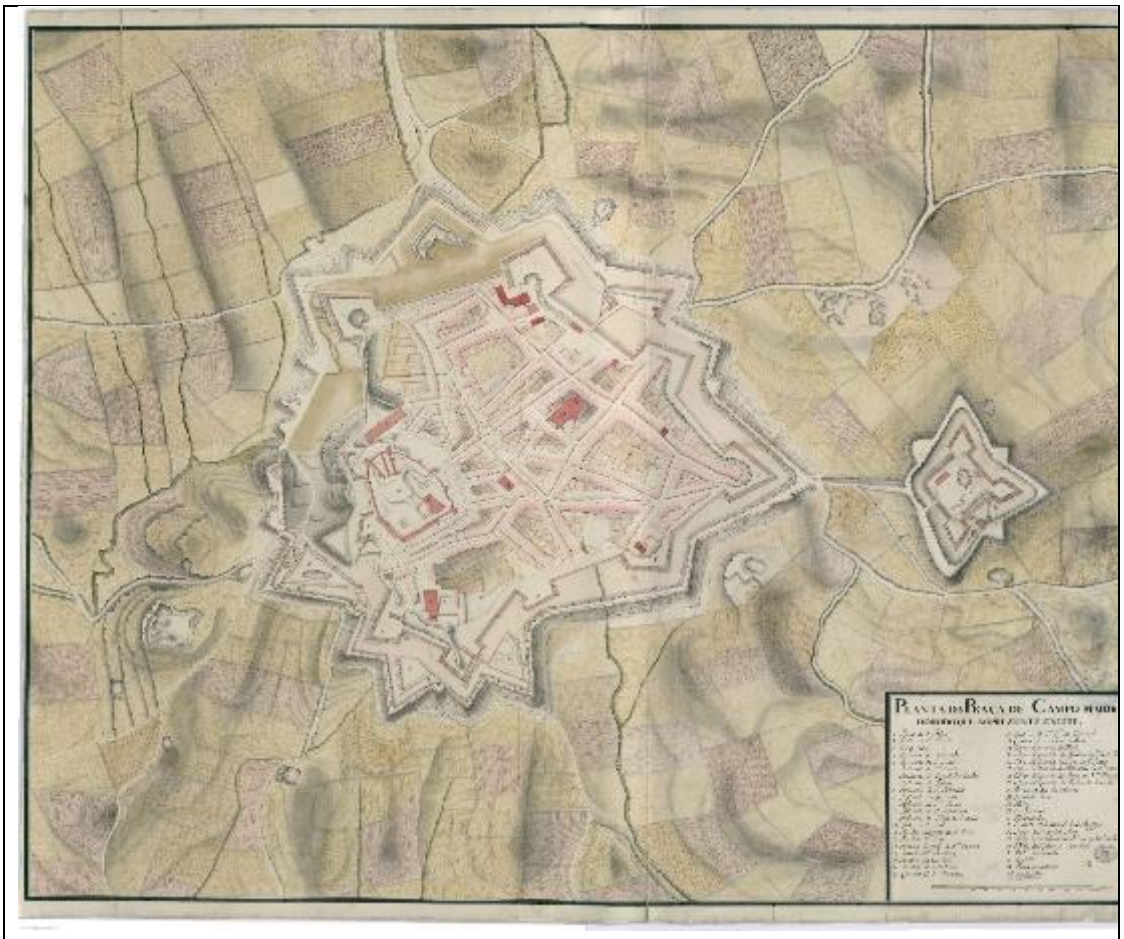


Figura 3 – Planta geral da Fortificação Abaluartada de Campo Maior [7]

No Anexo I apresenta-se a Planta da Fortificação Abaluartada de Campo Maior publicada pela "Biblioteca Digital Real Academia de la Historia" em tamanho maior para uma melhor leitura e perceção da estrutura abaluartada, cuja intervenção se descreve na presente Dissertação.

A dimensão destas muralhas, conjuntamente com os acontecimentos das diferentes épocas que nelas estão gravados, em associação com a sua destruição enquanto conjunto arquitetónico militar, transporta-o para uma exclusiva dimensão patrimonial, portanto de estima e usufruto público. Considera-se, no entanto, que esta não deixará, por isso, de permanecer um edifício militar na sua génese e essência pelo que foi a partir desse premissa que foi definido o plano e a estratégia de intervenção. Esta assentou na salvaguarda do interesse histórico, arquitetónico, artístico, científico, social e técnico através das seguintes ações:

- estabilização estrutural de todas as áreas afetadas, evitando a progressão das anomalias;

- reposição in situ dos materiais provenientes das derrocadas na sua coerência e integridade unitária como as alvenarias de pedra e/ou mistas, pedra, cerâmica ou na refuncionalização de materiais depositados in situ, composto de terra, saibro e cal que formavam os parapeitos e merlões e que se denomina taipa;
- ações de conservação que impliquem alterações e impactos mínimos;
- manutenção da utilização atual qualificada de elemento de composição paisagística e identitária de Campo Maior.

A muralha é constituída por diversos elementos, sendo que alguns deles são vistos da perspetiva da zona exterior das muralhas, como a escarpa, o reforço, a transição, o cordão, o parapeito e o coroamento) e outros que se referem à sua zona interior, tais como a banqueta e o terrapleno.

Para melhor se entender a intervenção que foi levada a efeito considera-se importante apresentar os constituintes dos diversos elementos, estando estes representados nas Figuras 4 e 5.

A Figura 4 descreve os elementos que constituem a muralha e o reparo.

Por sua vez, a Figura 5 representa uma canhoeira coberta com os elementos que a constituem, o que permitirá compreender melhor a intervenções propostas.

Para estruturar uma abordagem coerente e consentânea com essa realidade, com o propósito da elaboração de um relatório de diagnóstico técnico de caracterização construtiva e do estado de conservação, foi feita uma primeira divisão do conjunto em duas unidades principais: por um lado, a Magistral e, por outro, as Obras Exteriores. Clarifique-se que a Magistral significa a “linha que contorna toda a praça, definida pela crispa da escarpa ou pelo cordão” incluindo, em termos de engenharia em fortificação, a própria escarpa, e sendo Obras exteriores definidas como “obra acessória exterior à fortaleza principal e envolvida pelo caminho coberto” [4].

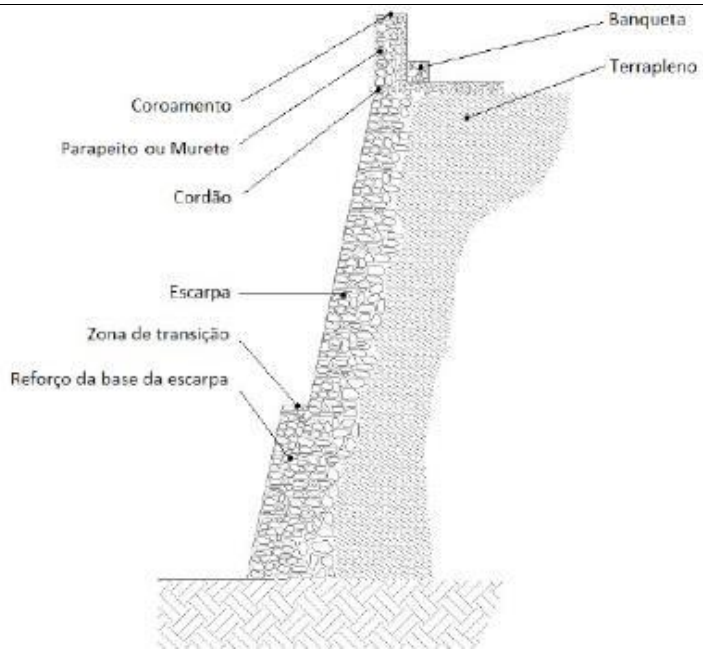


Figura 4 - Identificação dos vários elementos da muralha e reparo

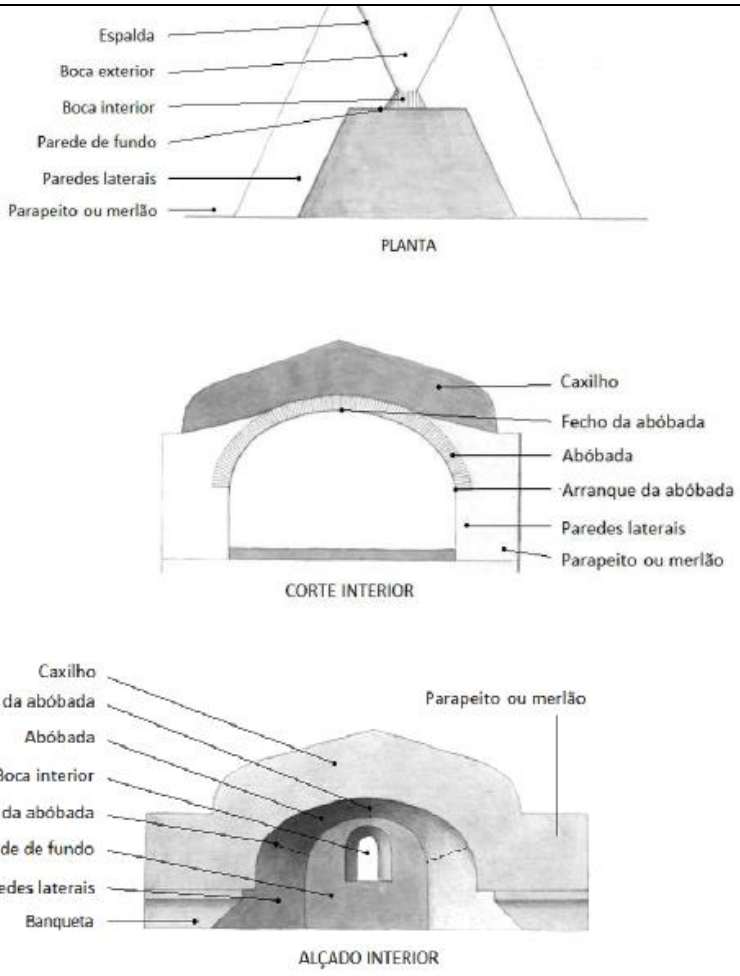


Figura 5 – Identificação dos vários elementos da canhoeira.

No que à intervenção diz respeito a equipa projetista dividiu a fortificação em troços, num total de 27, representados na Figura 6, sendo que as intervenções realizadas acabam por se repetir nos diversos troços.

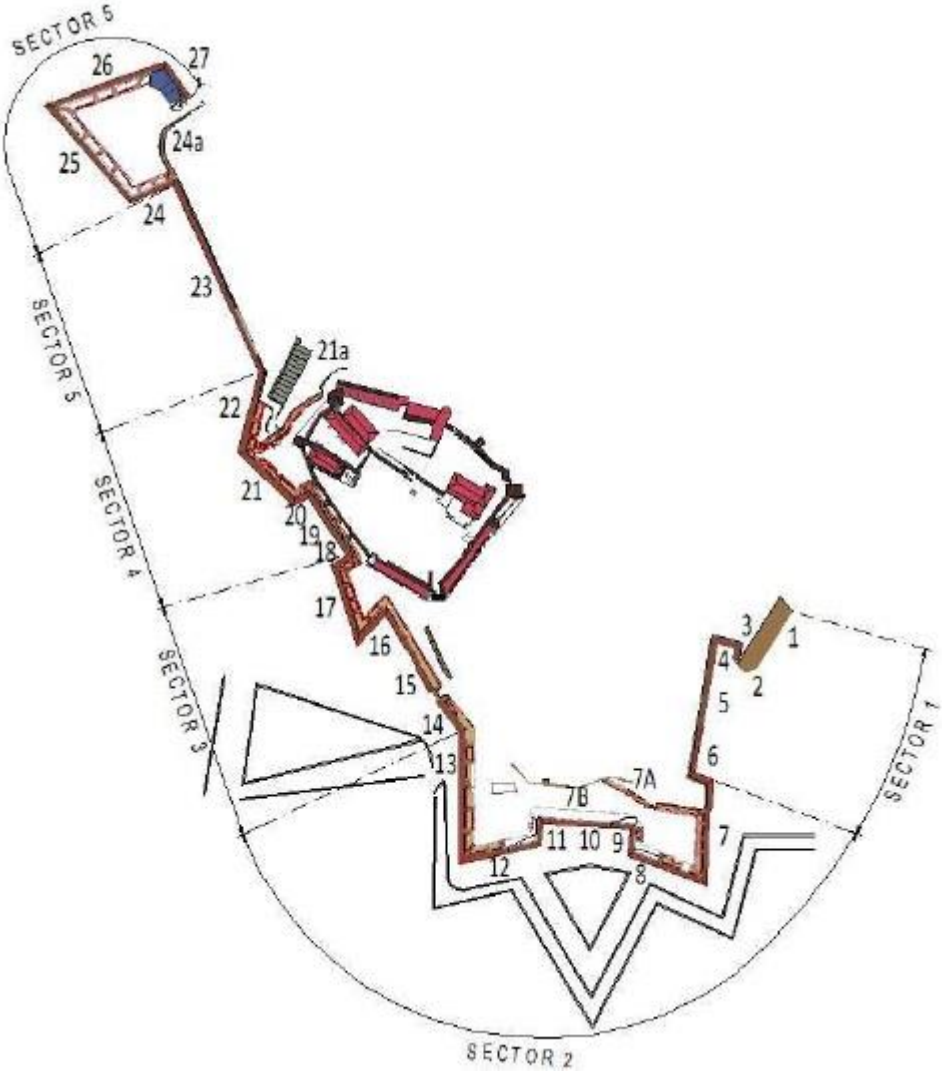


Figura 6 - Delimitação de sectores e numeração dos troços da magistral [4]

Tratando-se de uma fortificação com uma extensão de cerca de 1600 metros, cujo nível de degradação era distinto ao longo dessa extensão o nível de intervenção também variou muito de troço para troço. Refira-se, por exemplo, que os troços localizados na zona do fosso aquático se encontravam mais preservados, enquanto que os troços adjacentes ao Meio Baluarte de S. Sebastião e Baluarte da Boavista, Troços 7 a 13, (Figura 7) eram os que apresentavam maior nível de degradação, muito por culpa dos quarenta anos de ocupação ilegal que essa zona teve. Refira-se a título de curiosidade, que a génese deste processo foi precisamente a desocupação destes Baluartes, e só após

esta difícil intervenção foi possível dar andamento ao projeto de requalificação deste monumento nacional.

Figura 7 – Aspetos dos Baluartes de S. Sebastião e da Boavista (2014)

Os troços 7 a 12 eram, sem dúvida os mais degradados da Fortificação Abaluartada de Campo Maior, como demonstram as fotografias da Figura 8, com parte da escarpa demolida e que exigiu a sua reconstrução.

Estes troços apresentavam degradação significativa em toda a sua extensão, tanto na parte exterior, ao nível da escarpa, do cordão e do parapeito, como também na parte interior, ao nível das canhoeiras e merlões, tendo sido extensa e abrangente a sua intervenção.

Figura 8 - Aspetos dos Troços 12 e 10 da Magistral antes da intervenção

Entendendo como "anomalia" a redução de desempenho previsto para um elemento e/ou material de uma construção, a intervenção a realizar na estrutura abaluartada depara-se com uma diversificada cadeia de anomalias, com origens distintas e, consequentemente, diferentes graus de deterioração.

Por forma a facilitar a leitura do projeto e a correta execução da obra, as anomalias foram tipificadas na fase de projeto, sendo na fase de execução da obra, previamente à intervenção em cada um dos troços, elaborado o respetivo mapeamento e a Proposta

de Intervenção Conservação e Restauro, que após aprovação por parte da equipa de fiscalização foi executada.

Assim, as anomalias detetadas em fase de projeto resultaram das observações efetuadas pela equipa projetista, resultando da identificação e análise *in situ* dessas anomalias.

Na fase de obra, essas anomalias foram novamente identificadas e mapeadas, codificando-se as mesmas com a seguinte ordem de caracterização de acordo com a sua localização/função/forma na estrutura defensiva, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Magistral: identificação e caracterização de anomalias (Fonte: Projeto de Execução da Obra) [4]

Magistral: Caracterização de Anomalias			**Ilustração da situação**
Base geológica	*- afloramento de superfície* *- afloramento oculto*		
Paramento ou Escarpa	*- colonização biológica/árvores* *- deslizamento integral* *- deslizamento parcial* *- fissuração:* *- lacunas superficiais* *- lacunas de profundidade* *- desligamento superficial* *- ausência de reboco (total ou parcial)* *- ausência de juntas (total ou parcial)*	*- de superfície- em profundidade* *- longitudinal* *- vertical*	

Tabela 1 (Cont.). Magistral: identificação e caracterização de anomalias (Fonte: Projeto de Execução da Obra) [4]

Magistral: Caracterização de Anomalias			**Ilustração da situação**
Cordão	*- ausência* *- ausência de reboco*		
Merlão	*- ausência total entre canhoeiras* *- descontinuidade parcial*		

Tabela 1 (Cont.). Magistral: identificação e caracterização de anomalias (Fonte: Projeto de Execução da Obra) [4]

Magistral: Caracterização de Anomalias			**Ilustração da situação**
Canhoeiras	*canhoeira simples*	*- lacunas de paramentos laterais* *- desagregação de rebocos e* *- desagregação dos aglomerados mistos*	
	- canhoeira abobadada	*- Fissuração de paredes de sustentação* *- Fissuração de abóbada* *- Colapso parcial* *- Colapso integral*	

Tabela 1 (Cont.). Magistral: identificação e caracterização de anomalias (Fonte: Projeto de Execução da Obra) [4]

Magistral: Caracterização de Anomalias			**Ilustração da situação**
Parapeito	*- descontinuidade com lacunas* *- ausência*		
Banqueta ou degrau	*- desligada (do merlão)* *- descontínua com lacunas* *- colapsada*		
Terraplano ao nível da praça	*- com assentamentos* *- drenagem incorreta*		

3.2 Materiais utilizados

Para uma correta reabilitação da estrutura muralhada, um dos aspetos principais foi atender à compatibilidade dos materiais originais com aqueles que foram utilizados nos trabalhos.

O material mais utilizado na construção das fortificações abaluartadas é a terra! O conceito destas fortificações era a invulnerabilidade. O objetivo era resistir aos ataques da artilharia agora mais evoluída. O inimigo perpetrava os ataques com tiros de canhões e bate-muros, que destruíam facilmente as cercas dos castelos medievais existentes, com panos de alvenaria verticais ao terreno. Nestas, o conceito era a impenetrabilidade e já não eram eficazes. Razão pela qual decidiu o Rei ampliar as fortificações existentes e erigir novos sistemas, formando toda uma linha de defesa do território, aquando da guerra da Restauração da Independência em 1641-1647, com características semelhantes aos modelos construídos nos Países-Baixos, com capacidade de resistir aos ataques desta moderna artilharia que possuía o inimigo.

Estas fortificações assentavam em enormes massas de terra que teriam capacidade para absorver os tiros de canhão e ataques de bate-muros sem abrirem facilmente com brechas, e não permitindo penetrar dentro da fortificação.

Os materiais básicos empregues em todas as fortificações são a pedra encontrada na região, neste caso, de Campo Maior. Os xistos, granito e quartzitos foram utilizados em alvenarias na execução das fundações, das cortinas que delimitavam a escarpa e contraescarpa delimitando o fosso. As alvenarias de pedra forravam ainda as obras externas, constituída por enormes massas de terra, que formavam os baluartes e meios baluartes, magistral e em estruturas mais avançadas, as obras externas, como os revelins, as meias luas, lunetas e alguns Fortes e Fortins.

A argamassa de cal era utilizada em todas as alvenarias executadas. Era utilizada nas alvenarias de pedra já referidas, nas alvenarias de tijolo, e com outro material nas faces internas dos merlões e canhoeiras e ainda na execução do cordão na magistral. [4]

3.3 Identificação dos sistemas construtivos

O sistema construtivo da fortificação abaluartada consiste em alvenarias de pedra argamassadas com cal e pedra miúda no seu interior para conter os grandes volumes de terra que definiam um traçado geométrico rigorosamente desenhado, projetado segundo regras matemáticas e geométricas, eximiamente aplicadas a um território concreto.

A magistral da fortificação é erigida à fiada, construindo-se primeiro os baluartes e depois a cortina. Esta cortina da escarpa era reforçada com os necessários contrafortes para contenção das terras do interior que formam o terrapleno. O terrapleno, além de terra também pode ser executado em camadas de troncos de madeira e varas formando feixes com camadas com terra interposta. A contraescarpa delimita o fosso na sua face oposta à magistral e as obras externas, como os revelins e caminho coberto. Era escolhida a melhor pedra da região, a mais dura e menos porosa, a qual era desbastada e escolhiam a cabeça para paramento, era assente de forma a ficar estável pela sua regularização, sem cunhas, e realmente resistente. Nos buracos colocavam lascas de pedra batidas. As fiadas eram niveladas a cada duas.

A cal desempenha um papel fundamental na construção e no desempenho destas alvenarias, pois só devido às características e capacidades deste material tão estável, plástico e resistente foi possível resistirem até aos nossos dias, muitas vezes sem qualquer tipo de manutenção. Utilizavam sempre cal apagada com pelo menos três dias.

A adição de cal às argamassas de terra contribuía para a estabilização das mesmas, conseguida mediante a reação produzida com as argilas: a dissolução dos minerais argilosos em ambiente alcalino e a recombinação do silício e do alumínio das argilas com o cálcio dá origem a silicatos de alumínio e de cálcio, os quais contribuem para a ligação das partículas entre si; ao contribuir para reduzir e colmatar os vazios entre as partículas e melhorar as ligações entre elas, a estabilização altera a textura e a estrutura das terras. O resultado final traduzia-se, por um lado, na redução da porosidade e da permeabilidade do material e, por outro, no aumento da sua resistência mecânica.

A quantidade de cal a utilizar para estabilização seria variável e dependente da composição das misturas.

Os traços utilizados deviam ser controlados de acordo com as características da cal da região, se a argamassa era pobre utilizavam o traço de 1/1, se tinha melhores características como ligante utilizavam traço de ½ na proporção com a areia

A camisa da muralha tem contrafortes, também denominados dentes ou esperas, para dar solidez reforçando-a para contenção do terrapleno.

As fundações da cortina poderiam ser executadas de formas diferentes de acordo com as características do terreno. Na Fortificação Abaluartada de Campo Maior foram usados os três tipos. Nas zonas em que o fosso era aquático, as fundações eram executadas em caixotões construídos em alvenaria de pedra e cal, a primeira camada em pedra dura e a segunda de pedra e cal. Nas zonas em que o terreno era mole e não se conseguia firmeza, eram construídos pranchões de madeira, assentes em estacas de carvalho com pontas de ferro, espetadas no terreno com o auxílio de um bugio. Por cima destes pranchões eram construídos os alicerces com a profundidade necessária, de acordo com a altura da escarpa, este alicerce era em pedra dura e não porosa, quando não assente em pranchões era inclinada na base e assente diretamente no terreno firme.

Muitas vezes devido ao facto de se ter que construir com a máxima urgência os terraplenos eram construídos com camadas formadas por terra interposta com feixes de varas ou troncos de carvalho ou sobreiro e batidas com um maço.

O cordão da magistral é construído em alvenaria de tijolo como se pode verificar na Figura 9, inserido na magistral e marca a cota de nível do terrapleno. Com a mesma lógica como se marca a cota de soleira dos edifícios, era marcada a cota do terraplano evitando as diferenças de cota. Embora diversos autores defendam que a sua função era meramente estética, tal não se verifica, pois todos os elementos das fortificações desempenhavam uma função muito concreta.

As dimensões do cordão estavam também rigorosamente estipuladas, um pé de altura (1 pé = 30,48 cm [3]) e um palmo saído para fora da cortina (1 palmo ≈ 22 cm [3]).

Figura 9 - Pormenor do cordão original em tijolo burro

A altura dos contrafortes da cortina anteriormente descritos era até à altura do cordão – cota do terreno que continham – o terrapleno.

Os merlões, na parte superior da cortina, eram como caixotões enormes, intercetados por aberturas que formavam canhoeiras, cobertas na face interna com alvenaria de tijolo para evitar que se formassem lascas se essas faces fossem de pedra, quando fossem alvo de ataque e atingiriam os utilizadores das canhoeiras, matando mais que as balas de canhão! [4]

Na Figura 10 pode observar-se o exemplo de um merlão e perceber a sua estrutura, bem como verificar a sua elevada espessura, necessária para poder cumprir com a sua função defensiva.

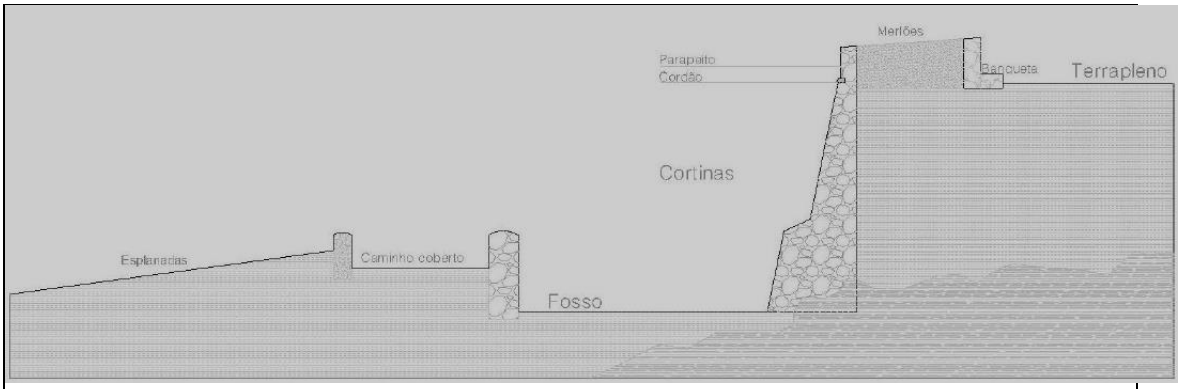


Figura 10 - Corte esquemático pela estrutura da Fortificação

4. Soluções de Reabilitação

Na intervenção levada a efeito na fortificação abaluartada de Campo Maior foram executados diversos tipos de reforços e soluções, de acordo com o nível de degradação.

Na fase de projeto, a fortificação foi dividida em troços, numerados de 1 a 27, tendo sido definidas intervenções "tipo" a aplicar em cada troço para a sua requalificação. Previamente à execução de cada trabalho, foi elaboração um Procedimento Intervenção de Conservação e Restauro, onde, com base no mapeamento elaborado para cada troço, se definiram as diversas intervenções, os materiais a aplicar, etc., sendo este documento previamente validado pela fiscalização da obra.

No presente capítulo serão apresentados os diversos tipos de intervenção, por forma a que se possa entender com rigor o trabalho realizado.

De acordo com o anteriormente referido, a Fortificação Abaluartada de Campo Maior apresentava diversos níveis de degradação, pelo que foram executadas diferentes intervenções.

4.1 Materiais de construção utilizados na requalificação

Para a execução dos trabalhos de requalificação da Fortificação, os materiais utilizados podem, de forma resumida, reduzir-se a alguns itens, nomeadamente:

- Argamassas pré-doseadas à base de cal MB60 da Fassa Bortolo
- Ligante de injeção 790 da Fassa Bortolo (para tratamento de fissuras)
- Pedra da região (Figura 11)
- Tijolo burro, fabricado em Campo Maior, para preenchimento de pequenas lacunas
- Cordão de betão (como elemento diferenciador) (Figuras 12 e 13)
- Terra (construção em taipa)

Figura 11 – Pedra da região

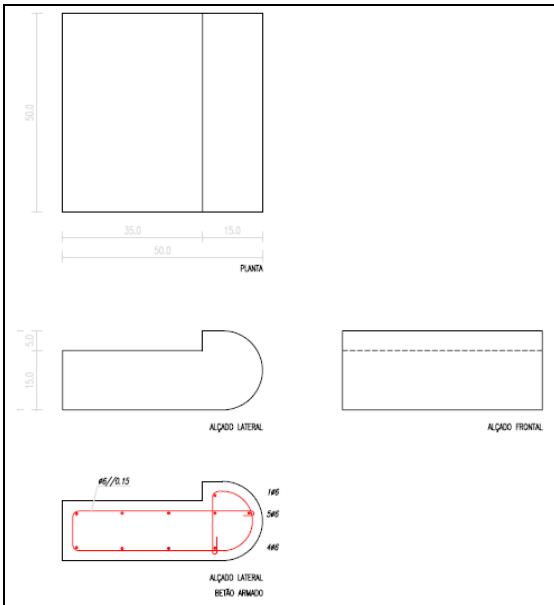


Figura 12– Projeto da peça de cordão pré-fabricada

Figura 13 – Peça de cordão pré-fabricada

Relativamente à terra utilizada na intervenção, a mesma foi selecionada após análise de três amostras: terra existente no fosso da muralha, terra retirada dos merlões a desmontar (maioritariamente no Troço 10) e terra existente no estaleiro da entidade executante. Após análise em laboratório acreditado, concluiu-se que a terra que apresentava melhor qualidade para a execução da taipa era a proveniente dos merlões. Assim, a mesma foi integralmente aproveitada, desprezando-se a camada superficial (terra vegetal que se apresentava bastante contaminada) sendo a restante utilizada na construção dos elementos de taipa, com a devida correção por adição de cal. De referir,

no entanto, que antes da sua aplicação a terra foi crivada, como se ilustra na Figura 14, por forma a retirar as pedras de maior dimensão, controlando-se assim a sua granulometria.

Figura 14 - Trabalho de crivagem da terra para sua aplicação na obra

Numa reunião preliminar com a equipa projetista e o Dono de Obra, decorrida no dia 14/11/2017, foi definido o Troço 12 como sendo o troço-piloto e que serviria de protótipo para a execução da empreitada. Este troço foi escolhido por reunir um grande número de "intervenções tipo" a realizar na obra, e que serviria também para a realização de teste dos materiais, pigmentação, etc.

A Figura 15 representa o estado do troço 12 previamente à intervenção. Este troço apresentava diversas patologias, nomeadamente um tramo totalmente derrocado (lacuna de grande dimensão na alvenaria de pedra), cuja intervenção prevista era a M5, a existência de elementos metálicos oxidados que exigiam a sua remoção, a existência de argamassas dissonantes, colonização biológica, etc. conforme se representa no mapeamento elaborado para este troço

Figura 15 - Aspeto do troço 12 previamente à intervenção

A intervenção em todos os troços da Fortificação Abaluartada de Campo Maior teve início pela limpeza e remoção de toda a contaminação biológica de herbáceas e árvores, remoção de todos os elementos dissonantes e excedentes de terra (Figura 16).

Figura 16 - Limpeza e preparação de base para recrescimento da alvenaria da escarpa (Troço 8)

Após esta limpeza, foi possível aferir com mais rigor o real estado de degradação de cada troço, pelo que previamente ao início dos trabalhos em cada troço, e não obstante o definido em projeto, foi elaborado o mapeamento das patologias e apresentada a proposta de intervenção de conservação e restauro, sendo que apenas após a sua aprovação era dado início à execução dos trabalhos.

A eliminação biológica foi executada com a aplicação localizada de herbicida Roundup®, numa diluição de 2,5% em água, para tratamento de plantas superiores. O tratamento de desinfestação das plantas superiores iniciou-se pelo corte prévio dos arbustos, executando furos no caule restante para injeção posterior do herbicida, e/ou por aplicação com trincha diretamente na folhagem existente e/ou por pulverização. No caso de arbustos e árvores de maior porte, procedeu-se ao seu corte e injeção do herbicida, procedimento que em muitos casos teve de ser repetido, sendo que as raízes foram extraídas posteriormente e reconstruída a alvenaria de pedra.

Após a operação de limpeza foi realizado o mapeamento de cada troço, e a título de exemplo a Figura 17 representa o mapeamento do Troço 12 (troço piloto), onde se apresentam as patologias existentes e se confirmam ou justificam alterações relativamente às intervenções previstas em projeto.

Figura 17 - Mapeamento do Troço 12

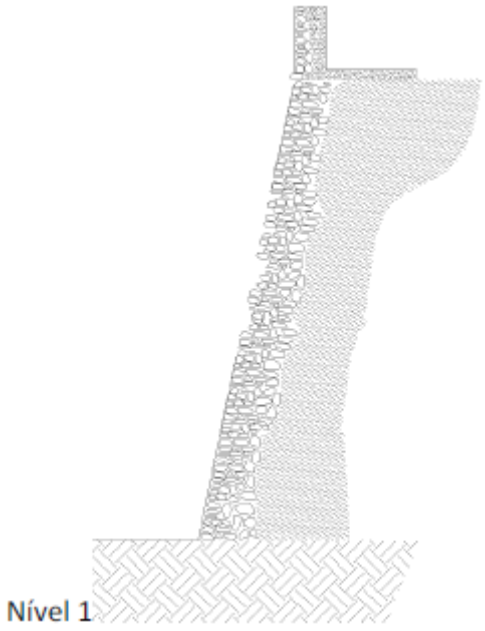
As anomalias nos paramentos da muralha foram agrupadas, em projeto, em vários níveis, sendo a intervenção tanto mais profunda quanto maior o nível de degradação.

Nas subsecções seguintes apresenta-se, para cada nível de degradação, a intervenção executada, especificando as particularidades identificadas e eventuais alterações executadas em obra, bem como as respetivas justificações.

4.2 Consolidação dos panos de alvenaria de pedra com lacunas de pequena dimensão

As medidas de consolidação dos panos de alvenaria da escarpa correspondem a um grau de intervenção de nível 1, como se representa na Tabela 2.

Tabela 2. Exemplificação do Nível de degradação 1

Nível de Degradação	Representação do nível de degradação
Nível 1: Desagregação superficial da alvenaria	

Intervenção prescrita no projeto [4]:

A consolidação superficial dos panos de muralha, com o preenchimento de pequenas lacunas está definida em projeto como intervenção tipo M1 (Figura 17). Estes procedimentos estavam previstos e foram executados em praticamente todo os troços da muralha, pois em maior ou menor extensão todos os troços apresentavam degradação superficial e necessidade de reposição de reboco.

Este tipo de intervenção inclui diversos procedimentos, nomeadamente encasques, reparação de fendas e preenchimento de juntas e reposição de rebocos, cujas técnicas a seguir se descrevem.

✓ Encasques

O projeto definia que deveriam ser realizados encasques em zonas desagregadas e para o preenchimento de lacunas, existentes ou decorrentes da eliminação de elementos soltos na limpeza dos paramentos.

O projeto previa que a intervenção deveria ser executada com argamassa de cal hidráulica natural classe NHL 3.5, cal aérea e areia, ao traço 1:1:6, com incorporação de materiais semelhantes aos existentes, resultantes de derrocadas ou existentes na zona, embrincados em profundidade e na alvenaria existente em toda a zona periférica.

✓ Reparação de fendas

O projeto preconizava que as zonas muito fendilhadas, abauladas ou desaprumadas deveriam ser desmontadas, fazendo-se a sua reconstrução como se indicou antes.

O tratamento de fendas verticais e oblíquas nas escarpas deveria ser realizado através do desmonte de troços de alvenaria numa faixa irregular com uma largura de aproximadamente 0,60 m centrada com a fenda, numa profundidade máxima de 0,20 m. A alvenaria deveria ser reconstituída de acordo com o especificado no ponto referente à reconstrução de troços de parede de alvenaria de pedra da escarpa, prevendo a colocação de perpianhos diagonais afastados de 1,0 m.

✓ Preenchimento de juntas e reposição de rebocos

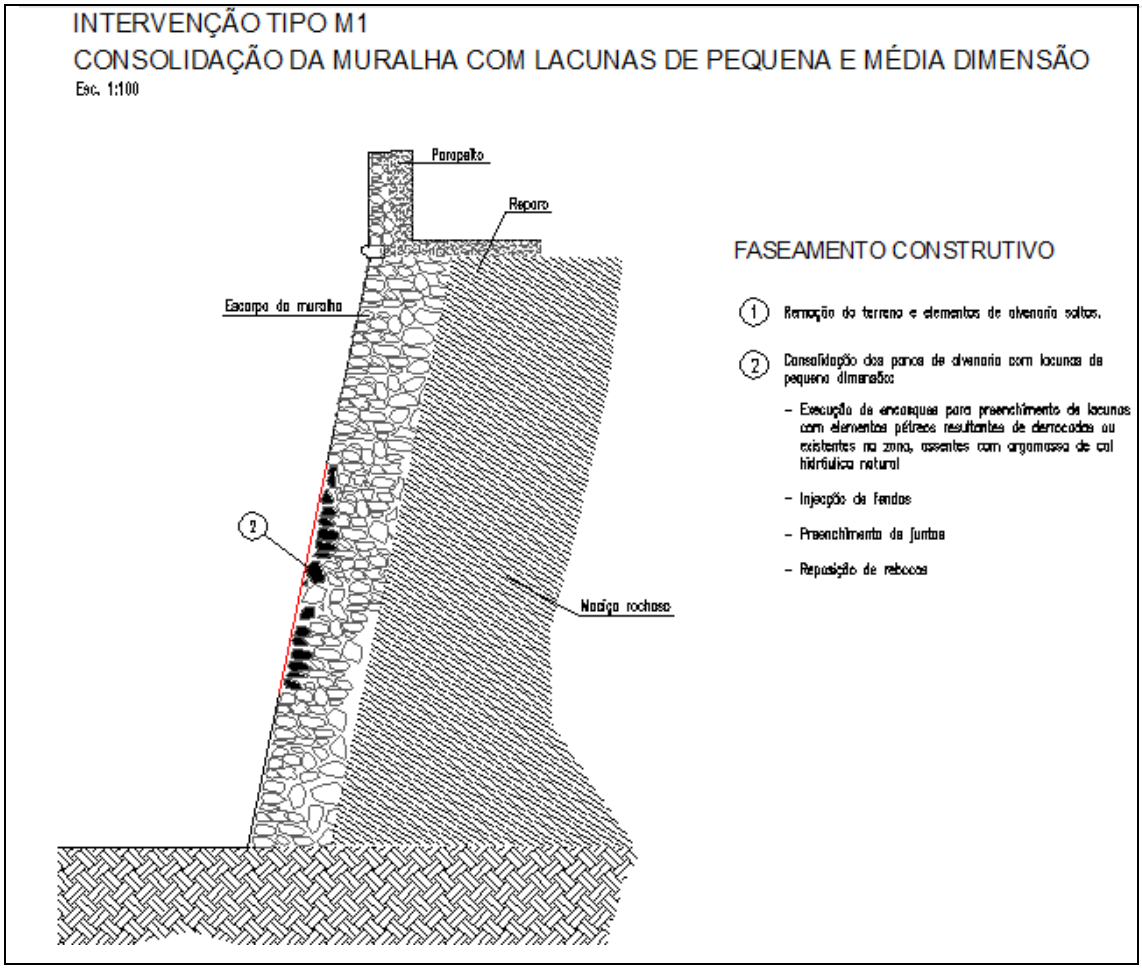
Pretende-se repor a perceção de unidade estética na expressão/identidade dos planos de muralha que se distinguem entre si, nos planos inferior (escarpa) e superior (murete e merlão), separados pela linha arredondada do cordão.

O refechamento/colmatação das lacunas superficiais em articulação com as juntas, ambas em profundidade, deveria ser realizada recorrendo inclusivamente à aplicação de caldas de cal por processo gravítico. Após o cumprimento do devido tempo de secagem, proceder-se-á à aplicação do reboco sobre as superfícies de alvenarias mistas, integrando rebocos pré-existentes e coerentes cuja espessura integra, no plano exterior, portanto com visibilidade, faces de pedra lisa de média e grande dimensão. Pretendeu-se assim

manter a perceção de que a constituição física da muralha é de elevada qualidade e resistência.

Esta técnica permite também uma maior aderência do reboco, cujos movimentos de retração das argamassas e futura fissuração encontram, nesta ligação, as "juntas naturais de dilatação". As diferentes texturas e tonalidades das pedras permitem ainda que o tom do conjunto da alvenaria e do reboco (previamente afinado com as dosagens adequadas de inertes e cal) aproxime os diferentes tons, permanecendo, contudo, uma indefinição cromática, numa superfície almareada. As texturas e tonalidades cromáticas tendem a homogeneizar em face da exposição e intensidade lumínica de que resulta uma assimilação das descontinuidades, texturas e mudanças de plano dos paramentos.

A Figura 18 representa o pormenor constante em projeto, com a definição detalhada da intervenção tipo M1, a executar nas zonas que apresentam patologias com nível de degradação 1.



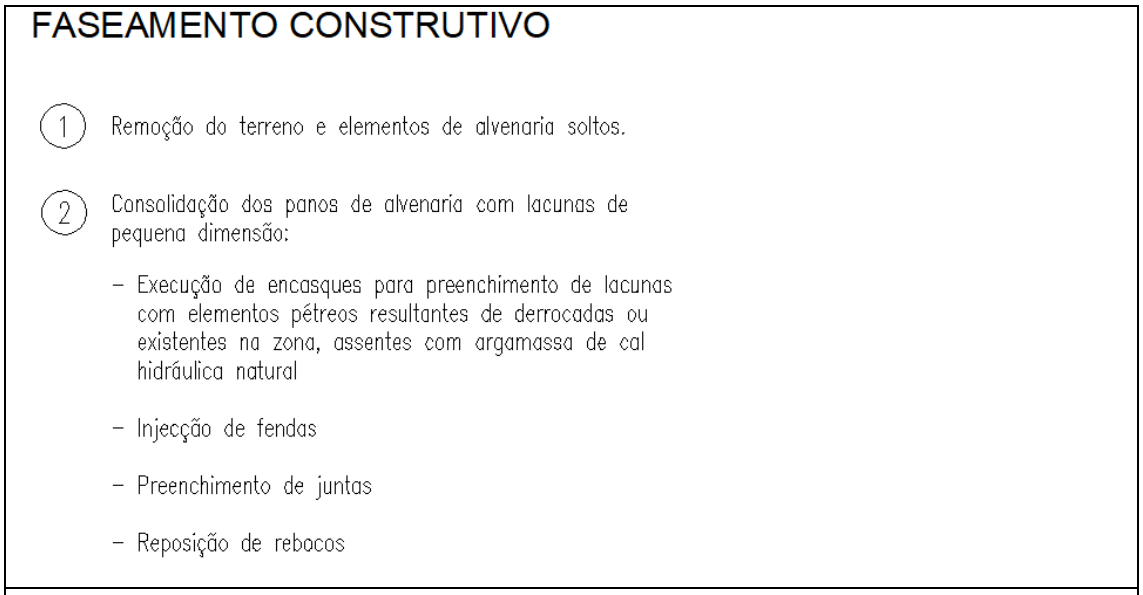


Figura 18 - Esquema da intervenção Tipo M1

ii) Intervenção realizada em obra:

O preenchimento de fissuras foi utilizado em diversas situações onde existiam descolamentos ao nível das alvenarias [Figura 19]. O procedimento para a sua execução consistiu na limpeza da fissura e perceção da sua extensão. Seguidamente foram seladas as fissuras pelo exterior, com argamassa (a mesma argamassa utilizada em todos os trabalhos da empreitada) deixando-se tubos de purga espaçados de 50 cm. A injeção foi feita com ligante, iniciando-se o procedimento de baixo para cima, sendo que se considera selado até ao primeiro quando o ligante transbordar, passando-se de seguida para o furo imediatamente acima e assim sucessivamente até se atingir o topo da fissura [Figura 20].

Figura 19– Pormenor de fissura existente no Revelim das Portas de Santa Maria

Figura 20 – Injeção de fissuras

4.3 Reconstrução de troços de parede de alvenaria de pedra da escarpa

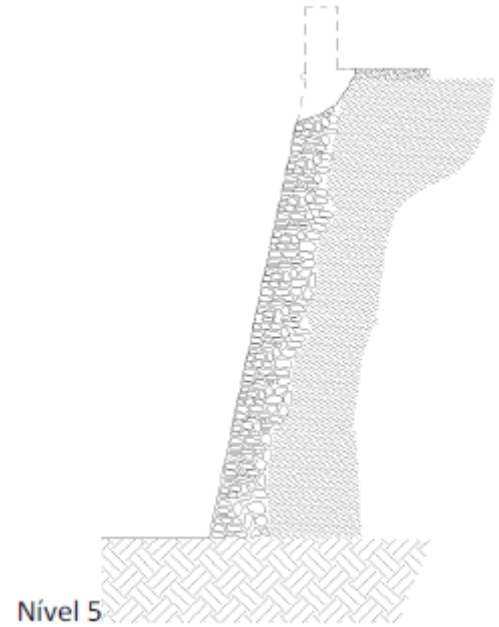
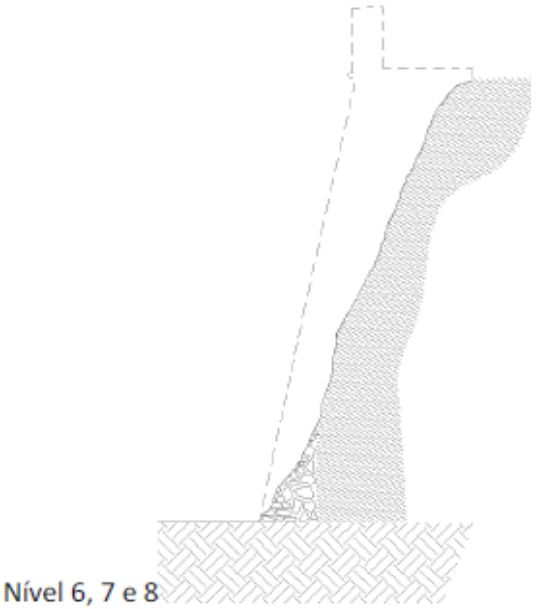
A reconstrução de troços de alvenaria de pedra está definida em projeto de forma diferenciada em vários níveis, consoante a extensão da degradação e a sua localização ao longo da escarpa. Nos níveis 2a e 2b a diferença prende-se com a profundidade da intervenção e/ou a espessura da parede original e, consequentemente, da reconstrução. No caso da intervenção M2a, consideram-se colapsos cuja profundidade é inferior a 0,85 m, enquanto que na M2b a profundidade da intervenção é superior a esse valor.

Os níveis de degradação 5 a 8 estão relacionados com colapsos do paramento da escarpa a alturas e com extensões diversas como se ilustra na Tabela 3:

Tabela 3. Exemplificação do Níveis de degradação 2, 5, 6, 7 e 8

Nível de Degradação	Representação dos níveis de degradação
Nível 2a: Colapsos localizados com lacunas com uma profundidade até ao afloramento rochoso inferior a 0,85 m	
Nível 2b: Colapsos localizados com lacunas com uma profundidade até ao afloramento rochoso superior a 0,85 m	

Tabela 3 (Cont). Exemplificação do Níveis de degradação 2, 5, 6 , 7 e 8

Nível de Degradação	**Representação dos níveis de degradação**
Nível 5: Colapso do coroamento da muralha abaixo do cordão	 Nível 5
Nível 6: Colapso generalizado do paramento da muralha, construída contra o maciço rochoso	 Nível 6, 7 e 8
Nível 7: Colapso generalizado do paramento da muralha, construída contra a terra compactada	
Nível 8: Colapso generalizado do paramento da muralha, associado a falta apoio ao nível das fundações	

i) Intervenção prescrita no projeto [4]:

As medidas de consolidação da base dos panos de alvenaria da escarpa com execução de reforços correspondem a um grau de intervenção de nível 2, distinguindo-se as situações de escarpas simples (nível 2a) ou de escarpas já com novos troços de reforço adossados que se desenvolvem a partir de zonas de transição (nível 2b).

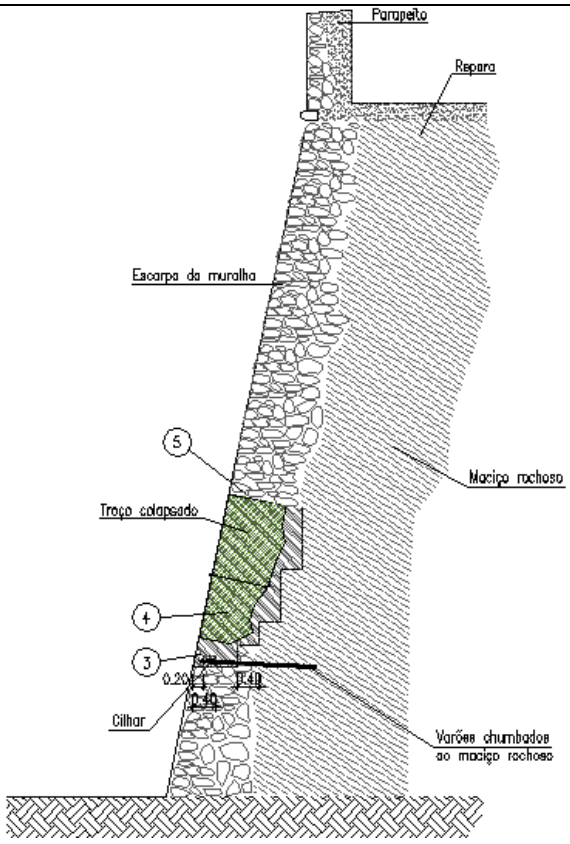
A reconstrução de troços de paredes de alvenaria de pedra foi precedida da aplicação de escoramentos provisórios de modo a garantir a segurança dos trabalhos.

O projeto previa a criação de uma base de apoio dos novos troços de parede através da execução de banquetas com uma largura de 0,40 m, executadas com corte do maciço rochoso com serra de disco ou fio diamantado. No caso de panos de muralha com espessuras superiores a 0,85 m, deveriam ser executadas banquetas em socalcos.

A reconstrução dos panos de alvenaria deveria ser feita com materiais semelhantes aos existentes, resultantes de derrocadas ou existentes na zona, não podendo prescindir-se do recurso a perpianhos de pedra (em basalto ou pedra similar) que são essenciais para assegurar o travamento do paramento. As pedras deveriam ser colocadas em fiadas sobre a argamassa de cal hidráulica natural do tipo "Lafarge", classe NHL 3.5, cal aérea e areia, ao traço volumétrico de 1:1:6, prevendo a colocação de cilhares com 0,20x0,30x1,0 m afastados de 2,0 m em quincôncio, alinhados pelas fileiras existentes, chumbados ao maciço rochoso com varões em aço inox Ø16 com 2,0 m de comprimento em furos Ø32 injetados com grout. No caso de panos de muralha com espessuras superiores a 0,85 m, os cilhares deverão ser colocados a 0,20 m da face da escarpa, sendo a face preenchida com alvenaria.

A reconstrução do pano de alvenaria teria de ser acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o imbricamento entre a alvenaria nova e existente. Para o preenchimento das zonas de topo dos troços reparados deverão ser colocados tubos de injeção e purga no topo da lacuna para posterior injeção com o mesmo tipo de argamassa.

A Figura 21 representa o pormenor detalhado da intervenção prevista para as zonas identificadas em projeto como carecendo de intervenção Tipo 2a e 2b.



FASEAMENTO CONSTRUTIVO

1. Remoção do terreno e elementos de alvenaria soltos;
2. Aplicação de escoramentos provisórios;
3. Criação de banquetas com uma largura de 0.40 m, com corte do maciço rochoso com serra de disco ou fio diamantado;
4. Reconstrução do troço de muralha colapsado com alvenaria de pedra, colocada em fiadas sobre a argamassa de cal hidráulica natural, prevendo a colocação e cilhares a 0.20 m da face da escarpa com 0.20x0.30x1.0m afastados de 2.0 m em quincôncio, alinhados pelas fileiras existentes, chumbados ao maciço rochoso com varões em aço inox ø12 com 3.0m de comprimento em furos ø24 injectados com grout.
   A reconstrução da muralha terá de ser acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o embricamento entre a alvenaria nova e existente;
5. Colocação de tubos de injecção e purga no topo da lacuna para posterior injecção com argamassa de cal hidráulica natural.

Zona colapsada <0.85m

Figura 21 - Esquema das intervenções Tipo M2a e M2b

ii) Intervenção realizada em obra:

A reconstrução integral de tramos de paramento de muralha foi executada no decorrer da obra em diversos troços, nomeadamente 8, 10, 11 12 e 22. As intervenções tipo M2a e

M2b foram executadas nos troços 7, 8, 10. A intervenção tipo M5 foi executada nos troços 7, 11, 12 e 22 e a intervenção M6 no troço 8.

Estas intervenções têm como denominador comum a reconstrução com alvenaria de pedra argamassada, de acordo com as amostras previamente executadas e as definições assumidas após execução do troço 12.

A Figura 22 representa a intervenção no Troço 7, em diversas fases do procedimento, durante a execução dos trabalhos.

Figura 22 – Troço 7 em várias fases da intervenção

A execução em obra dos trabalhos de reconstrução de troços de parede foi materializada aproximadamente do modo descrito no projeto, utilizando os materiais previamente aprovados e as técnicas definidas e aprovadas. Houve alguns pormenores que se consideraram fundamentais e que requereram especial atenção, nomeadamente a limpeza prévia dos troços, a criação de uma base de assentamento, bem como o imbricamento com o paramento existente e a execução de fieiras de pedra por forma a identificar bem os troços reconstruídos.

Embora estivesse previsto em projeto a colocação de varões de aço inox, dada a espessura da muralha e o cuidado na execução do imbricamento da zona nova e zonas existentes adjacentes, esta técnica foi dispensada, seguindo-se a técnica antiga de construção na qual não eram incluídos elementos metálicos.

A Figura 23 mostra o aspeto da escarpa do troço 12 após limpeza, com a escarpa totalmente a descoberto, permitindo-se a reconstrução estrutural sobre a escarpa existente.

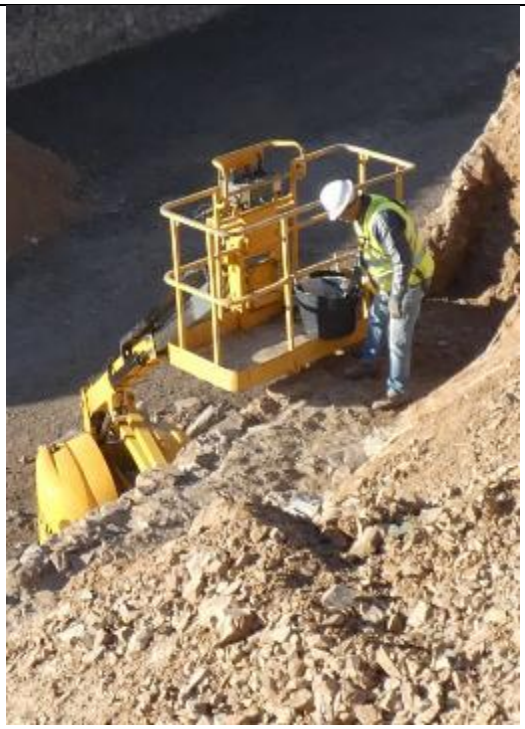


Figura 23 – Aspeto do Troço 12 após limpeza, com a base de assentamento completamente preparada (intervenção M5)

Figura 24 – Criação de base de assentamento no Troço 8 (intervenção M6)

Na Figura 24 a fotografia mostra o troço 8, onde se visualiza bem a parede da escarpa com espessura muito inferior a 0,85m.

As pedras foram assentes com a argamassa aprovada, por camadas, sendo a escolha da pedra criteriosamente feita, escolhendo pedra "com cara", ou seja com boa face que proporcionasse um aspeto final robusto e regular, como se mostra na Figura 25, cuidadosamente dispostas, e sempre com o cuidado de a cama 0,80m marcar fieiras, desfasadas das fieiras da muralha original por forma a deixar marcada a intervenção.

Figura 25 – Escarpa reconstruída com pedra argamassada

Nos troços reconstruídos em que o maciço rochoso presente atrás da escarpa ou em que o reparo fosse originalmente aterrado, foi necessário proceder à sua reposição com terra devidamente compactada. Este processo foi executado em simultâneo com a execução da escarpa, permitindo assim a execução do aterro de melhor qualidade, e facilitando também a sua execução.

Como se representa na Figura 26, o aterro foi executado por camadas de 0,30m. Foram executadas camadas 0,15m de altura, intercaladas por pulverização manual ou mecânica de toda a superfície com aguadas de cal na proporção de 2 gramas de cal apagada para 1 litro de água, executando-se a compactação aos 0,30 de altura com recurso a placa vibratória e/ou saltitão conforme a dimensão da zona a aterrar.

Figura 26 – Aterro do reparo no tardoz da escarpa da muralha reconstruída

No aterro foi utilizada a terra da zona envolvente, previamente crivada para garantir a isenção de inertes de maiores dimensões, bem como gramíneas e matérias estranhas à sua constituição.

4.4 Reforços da base da muralha

À semelhança da patologia tipo 2, também o reforço da base da muralha está definido em projeto em vários níveis (M3a e M3b), diferindo entre eles pelo reforço da base da escarpa como se ilustra na Tabela 4.

Tabela 4. Exemplificação do Nível de degradação 3

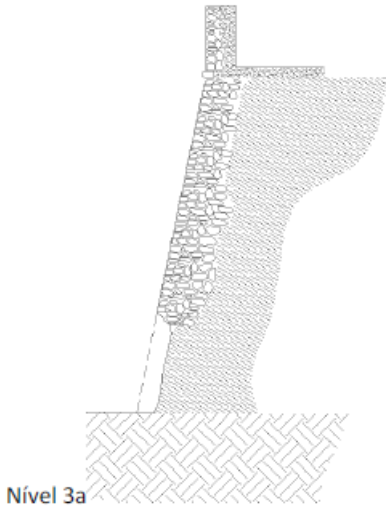
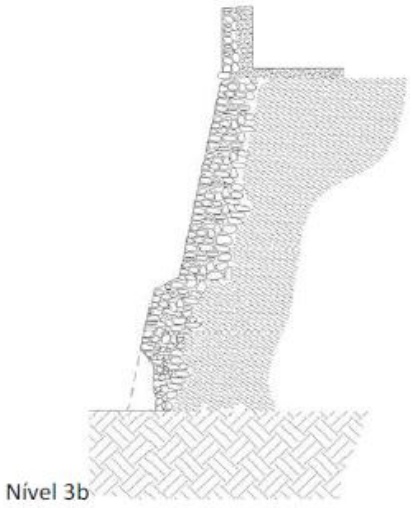
Nível de Degradação	**Representação dos níveis de degradação**
Nível 3a: Descalçamento da base da muralha, sem reforço da base da escarpa	

Tabela 5.(Cont.) Exemplificação do Nível de degradação 3

Nível de Degradação	Representação dos níveis de degradação
Nível 3b: Descalçamento da base da muralha, com reforço da base da escarpa	

i) <u>Intervenção prescrita no projeto [4]:</u>

A desagregação da base de alguns troços de muralha levou ao descalçamento das respetivas escarpas e à consequente instabilização desses troços de muralha, como se mostra na Figura 27.

Figura 27 - Degradação da base da muralha devido ao afloramento do maciço rochoso (Troço 7)

Em casos de desagregação localizada da alvenaria da base, a reconstrução da base da muralha seria realizada de acordo com o indicado na reconstrução de troços de parede de alvenaria de pedra da escarpa, executando-se uma nova fundação com 0,50 m de altura e a largura da base da muralha.

Nos casos de escarpa com descalçamentos acentuados, seriam criados elementos de reforço na base das respetivas escarpas, os quais, sendo elementos novos adoçados à estrutura existente, mereceriam reflexão no que respeita à sua caracterização formal.

Em projeto foi tomada a opção de adotar para o referido reforço a mesma inclinação da escarpa, isto é, de 1:5, e uma largura para a zona de transição de 1,0 m.

A reconstrução da base da muralha seria realizada de acordo com o indicado na reconstrução de troços de parede de alvenaria de pedra da escarpa, com cilhares chumbados ao maciço rochoso com varões em aço inox com 3,0m de comprimento em furos Ø32 injetados com grout.

O novo reforço da base da escarpa será constituído por alvenaria de pedra, colocada em fiadas sobre a argamassa de cal hidráulica natural do tipo "Lafarge", classe NHL 3,5, assente numa fundação com 0,80 m de altura e uma largura igual à da base da muralha. Nos casos de já existirem elementos de reforço, a fundação deveria ter apenas 0,50 m de altura e a largura da base da muralha.

A construção destas zonas seria acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o imbricamento entre a alvenaria nova e existente. Nas zonas de interface superior, deveriam ser colocados tubos de injeção e purga no topo do novo troço de parede para posterior injeção com argamassa de cal hidráulica natural.

Ainda que os descalçamentos pudessem ser pontuais, estes reforços deveriam ser executados em toda a extensão do respetivo troço de muralha, criando-se assim um novo elemento adossado à escarpa ou a eventuais reforços existentes. Nestes casos, a construção do reforço da base da escarpa teria de ser acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o imbricamento entre a alvenaria nova e existente através da introdução de perpianhos embebidos cerca de 0,30 m para o interior da muralha e colocados com um afastamento de 1,0 m em quincôncio

ii) Intervenção realizada em obra:

Nalguns troços a escarpa da fortificação de Campo Maior apresentavam falhas na base, o que seria perigoso pois poderia levar à degradação e ao colapso dos tramos superiores por falta de apoio na base. Este tipo de patologia levou à execução de intervenções Tipo 3 nos Troços 7, 8, 10 e 12.

Este tipo de intervenções requereu a limpeza de cada troço e a abertura de fundação, e nos casos de lacunas maiores, como as verificadas no Troço 7, como se pode ver na Figura 28.

Figura 28 – Estado inicial do Troço 7

A intervenção Tipo M3a inclui o recalcamento da base da muralha sem reforço na base da escarpa, a qual indica "remoção do terreno e elementos de alvenaria soltos; criação de banquetas com uma largura de 0,40 m, com corte do maciço rochoso com serra de disco ou fio diamantado; reconstrução do troço de muralha colapsado com alvenaria de pedra, colocadas em fiadas sobre argamassa de cal hidráulica natural, prevendo a colocação e cilhares a 0,20 m da face da escarpa com 0,20x0,30x1,0 m afastados de 2,0m em quincôncio, alinhados pelas fileiras existentes, chumbadas ao maciço rochoso com varões aço inox Ø12 com 3,0 m de comprimento em furos injetados em grout; A reconstrução da muralha tem de ser acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o imbricamento entre a alvenaria nova

e a existente; a fundação terá de ter 0,50 m de altura e a largura da base da muralha; colocação de tubos de injeção e purga no topo da lacuna para posterior injeção com argamassa de cal hidráulica natural"

A intervenção Tipo M3c refere-se à construção do reforço da base da escarpa, a qual indica "Remoção do terreno e elementos de alvenaria soltos; construção do troço de reforço da muralha com alvenaria de pedra, colocadas em fiadas sobre argamassa de cal hidráulica natural; A reconstrução da muralha tem de ser acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o imbricamento entre a alvenaria nova e a existente; a fundação terá de ter 0,80 m de altura e a largura da base da muralha; a zona de transição terá uma largura de 1,0 m e uma inclinação de 1:2; o pano exterior do reforço da base da escarpa terá uma inclinação de 1:5"[8].

No projeto estava prevista a execução de uma fundação em betão armado nas zonas onde era necessário o reforço da base da muralha, ou seja, onde estavam previstas intervenções do tipo M3. Como se pode verificar na Figura 29, esta fundação deveria ter 0,50m de altura e largura igual à base da muralha.

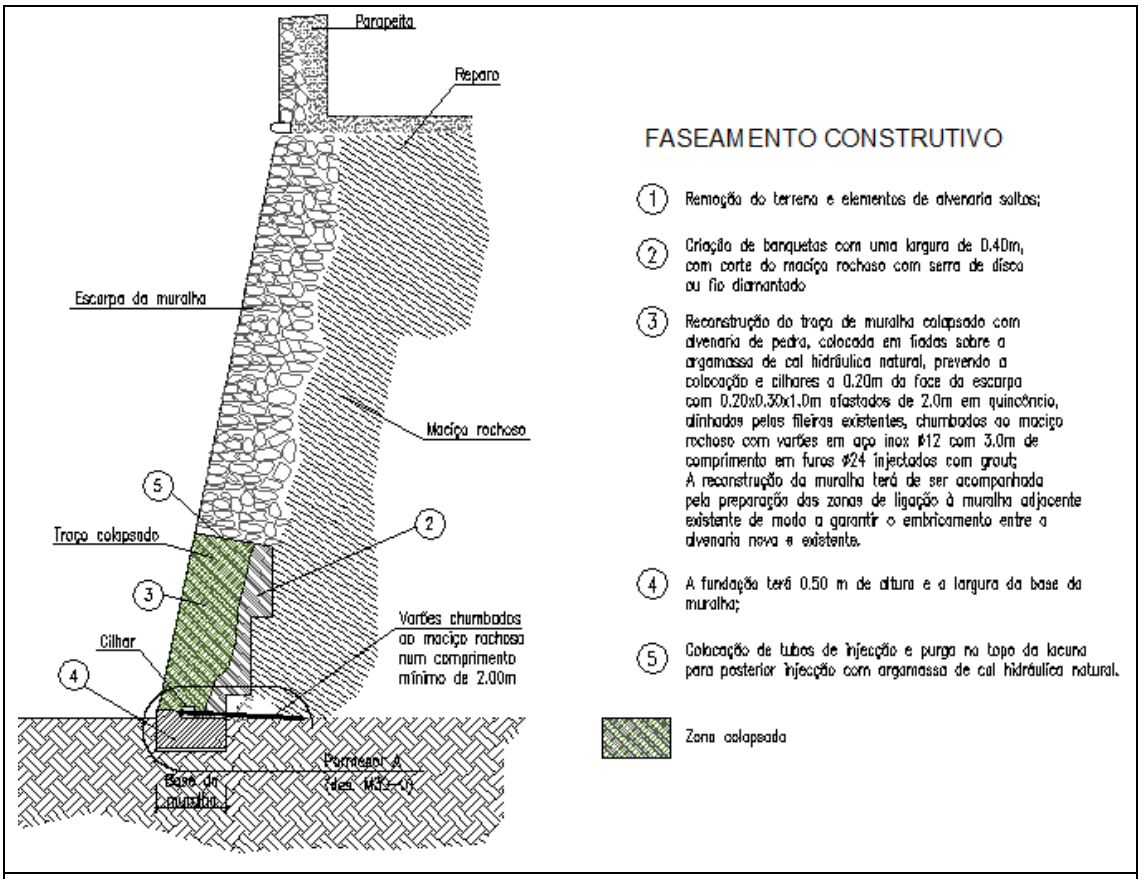


Figura 29 – Intervenção Tipo 3a

Em obra esta solução foi debatida, considerando-se que originalmente as muralhas não possuíam elementos de betão e que faria mais sentido toda a reconstrução ser feita com pedra argamassada, opção que foi aceite pela fiscalização e equipa projetista. Assim, foi executada nestas situações como ilustram as fotografias da Figura 30.

Figura 30 - Reconstrução de reforço da base da escarpa

No projeto a intervenção contemplava a colocação de cilhares de pedra com 0,20x0,30x1,00m, dispostos em quincôncio espaçado de 1 metro, dispondo cada cilhar de um varão de inox, de acordo com o esquema de projeto (Figura 31).

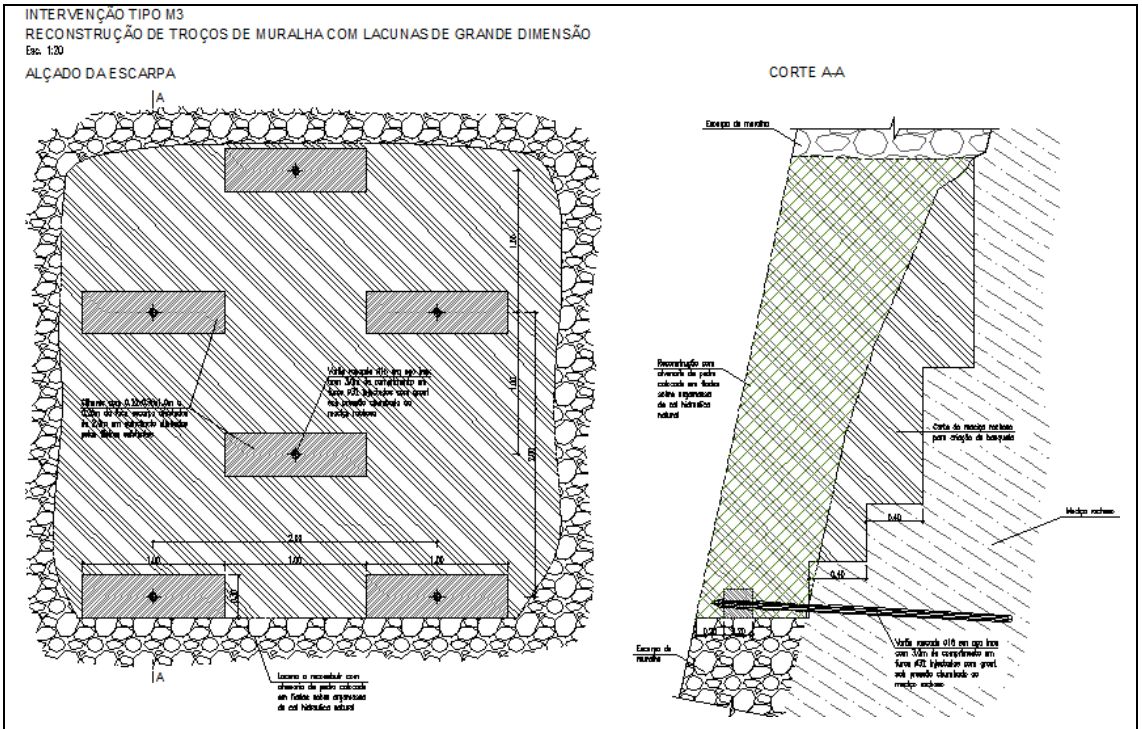


Figura 31 - Reconstrução de reforço da base da escarpa

Em obra, depois de debatida a solução, até pela elevada dificuldade de colocação destes elementos, sobretudo em altura, concluindo-se que dada a espessura da parede da escarpa nos troços em que esta intervenção foi adotada, e atendendo ao facto da estrutura trabalhar por gravidade e ao método construtivo original, poderia ser dispensada a aplicação dos referidos cilhares de pedra desde que fosse garantido o correto imbricamento entre a estrutura existente e a zona de reconstrução. Assim, esses elementos de pedra com os varões de inox acoplados, foram colocados apenas na base da reconstrução, sobre a fundação como se verifica na Figura 32.

Figura 32 - Pormenor dos cilhares de pedra com varões de inox para reforço estrutural

4.5 Reforços em cunhais

Os cunhais são os elementos que constituem o vértice da muralha e que fazem a transição entre troços.

A fortificação de Campo Maior tem diversos cunhais, sendo que os que se encontravam em pior estado eram os que localizam entre os Troços 7-8, 8-9 e 11-12.

i) Intervenção prescrita no projeto [4]:

A intervenção prevista em projeto para os cunhais contempla os diversos elementos que eles integram, nomeadamente os cunhais propriamente ditos e as mísulas que se localizam no topo do cunhal, alguns deles que se encontravam em muito mau estado.

A intervenção prevista em projeto para os cunhais está definida em projeto em dois tipos de intervenção (Tipo C1 e C2) que variam consoante o nível de degradação, e ainda a intervenção Tipo C3 que se refere ao recalçamento de mísulas e guaritas com recurso à aplicação de perpianhos com varões de inox, injetados com grout.

- ✓ **Consolidação de zonas colapsadas**

A consolidação e reconstituição de troços de cunhal colapsados seria realizada com alvenaria de pedra colocada em fiadas sobre a argamassa de cal hidráulica natural, prevendo a colocação de pares de perpianhos afastados de 1,0 m chumbados com varões em aço inox Ø16 com 3,0 m de comprimento em furos Ø32 injetados com grout.

As Figuras 33 e 34 representam o esquema de recuperação dos cunhais previsto em projeto.

Na Figura 33 vê-se o esquema em alçado, onde se representam os dois perpianhos sobrepostos, com os varões de inox que os atravessam ficando inseridos no maciço rochoso, enquanto que a Figura 34 ilustra a representação da solução em corte.

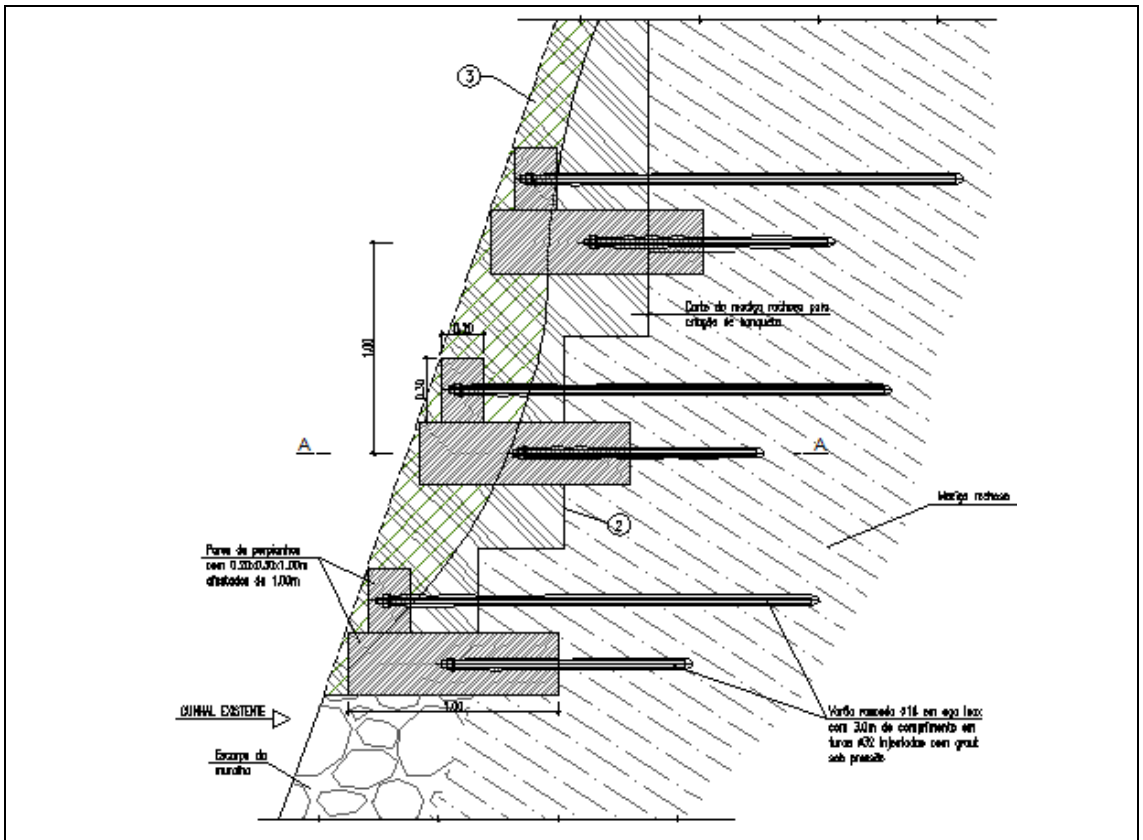


Figura 33 - Proposta de intervenção nos Cunhais colapsados

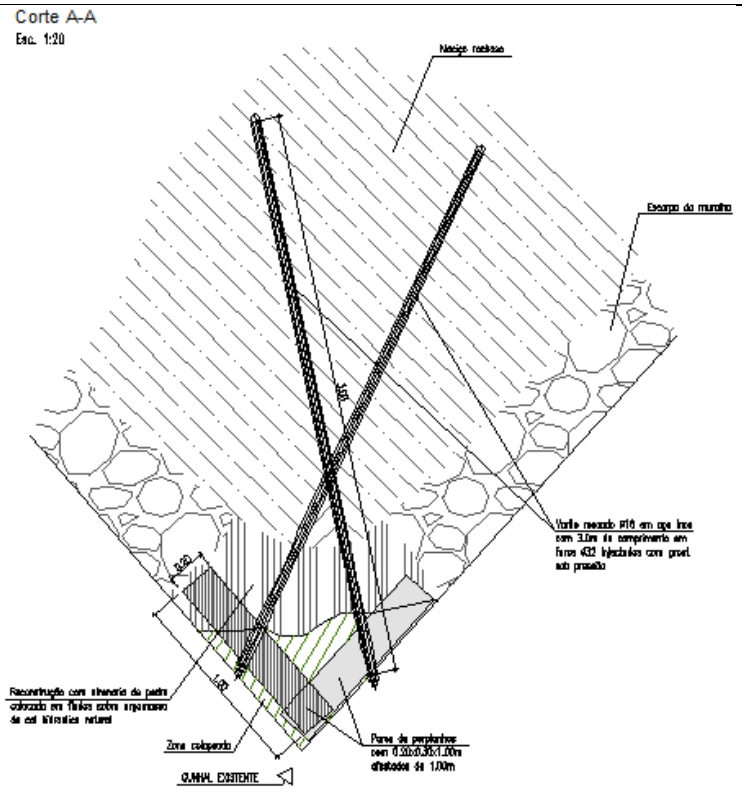


Figura 34 - Representação em corte da intervenção de recuperação dos cunhais colapsados

A intervenção Tipo C3 refere-se à estabilização de mísulas que devem ser recalçadas de forma faseada através de um par de perpianhos chumbados com varões em aço inox Ø16 com 3,0m de comprimento colocados em furos Ø32 injetados com grout. Na base da estrutura da guarita deveriam ser colocados tubos de injeção e purga para posterior injeção com argamassa de cal hidráulica natural.

A sua intervenção incluía a seguinte metodologia de intervenção [5]:

1. Remoção do terreno e elementos de alvenaria soltos.
2. Recalçamento faseado da estrutura da guarita através de um par de perpianhos chumbados com varões de aço inox Ø12 com 3 m de comprimento em furos de diam.24mm injetados com grout.
3. Consolidação da alvenaria da guarita e substituição dos elementos cerâmicos meteorizados.
4. Preenchimento das cavidades sob os arcos com alvenaria ordinária de pedra com argamassa de cal hidráulica natural.
5. A reconstrução da muralha terá de ser acompanhada pela preparação das zonas de ligação à muralha adjacente existente de modo a garantir o imbricamento entre a alvenaria nova e existente.

6. Colocação de tubos de injeção e purga no topo da lacuna para posterior injeção com argamassa de cal hidráulica natural.

As imagens da Figura 35 representam o esquema de reforço estrutural das mísulas, onde se representam o pormenor dos perpianhos e os reforços em varão de inox, e indicação do seu posicionamento e sistema construtivo.

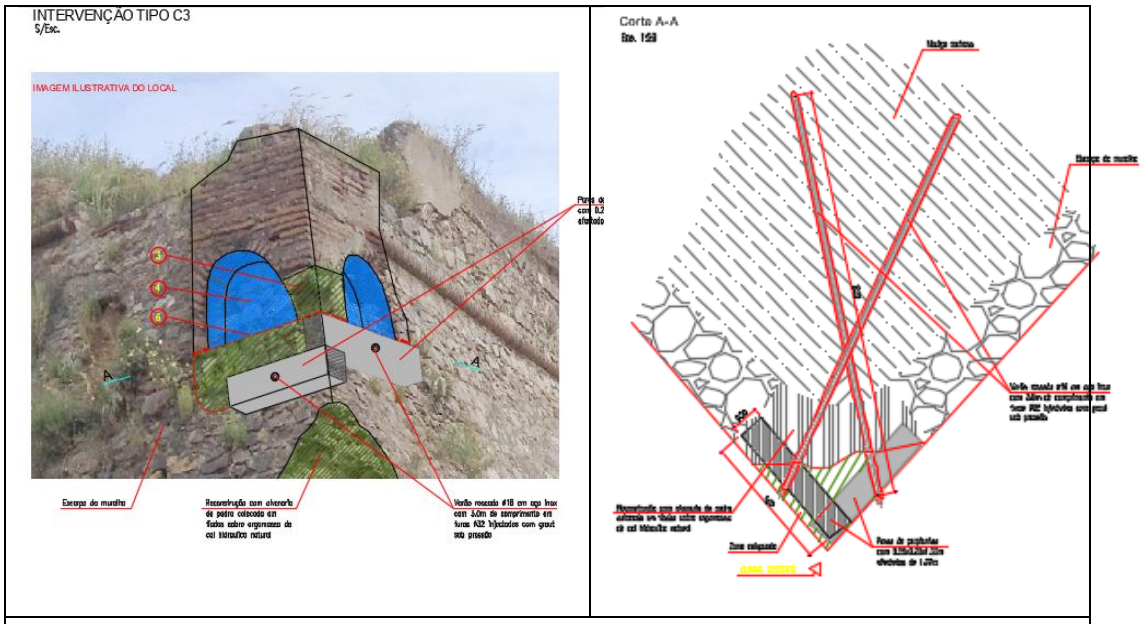


Figura 35 - Pormenores do projeto de reforço estrutural das mísulas (Intervenção C3)

Depois de estabilizada a estrutura da guarita, deveria proceder-se à consolidação da alvenaria e à substituição dos elementos cerâmicos meteorizados. As cavidades sob os arcos deveriam ser preenchidas com alvenaria ordinária de pedra agregada com argamassa de cal hidráulica natural.

A Fortificação dispõe de várias mísulas, executadas em tijolo burro, algumas das quais se encontravam bastante degradadas.

ii) Intervenção realizada em obra:

Após reanálise das situações, execução dos respetivos mapeamentos e devidas considerações, a intervenção tipo C1, a mais simples e que consistia no preenchimento de pequenas lacunas de modo similar descrita para a intervenção Tipo M1, foi executada nos troços 7, 13, 17, 18, 20, 21, 25, 26, 27.

A intervenção tipo C2 previa a reconstrução dos cunhais colapsados com pares de perpianhos de 0,20x0,30x1,00m afastados de 1 metro (medida na vertical). De referir que nalgumas fortificações esta solução de perpianhos de pedra foi adotada originalmente, no entanto na Fortificação de Campo Maior os cunhais foram executados com pedra, similar à escarpa, sendo que nalguns casos existiam já reconstruções (Figura 36), muitas delas executas com tijolo burro, apresentando maior fragilidade e o que levou à sua degradação.

Figura 36 – Cunhal e mísula localizados entre os Troços 8 e 9

Dada a dificuldade de execução do trabalho com a solução proposta em projeto, pois a preparação para posterior inclusão dos perpianhos colocaria em causa a estabilidade da estrutura do cunhal, ficou decidido em reunião de obra de dia 04/05/2018 que:

"a) Cunhal entre o troço 7 e 8 – intervenção do tipo C2 a ser executada em alvenaria de pedra travada entre elas. Intervenção do tipo C3: colocação de perpianhos com as respetivas varas grauteadas na escarpa. Mísula a rebocar.

b) Cunhal entre o troço 8 e 9 – intervenção do tipo C2 a ser executado: desmonte pelas fissuras por forma a ter uma perceção do estado da estrutura da escarpa nessa zona. No caso de se verificar que o estado desta estrutura não oferece segurança, proceder ao

desmonte total do cunhal. Intervenção tipo C3: proceder de igual modo do referido acima."

Assim, a intervenção de reconstrução / reparação estrutural dos cunhais que apresentavam maior nível de degradação consistiu na sua reconstrução com pedra argamassada, de forma similar ao executado na reconstrução da escarpa, começando-se a intervenção pelo preenchimento de lacunas e consolidação da zona adjacente (Figura 37) por forma a dar mais estabilidade e consistência à estrutura existente.

Figura 37 – Recuperação do cunhal (Troços 8 e 9) com consolidação da zona adjacente

Posteriormente à consolidação das zonas adjacente foram preenchidas as lacunas existentes nos cunhais, num processo similar ao do preenchimento de lacunas da escarpa, com a utilização de pedra ou tijolo argamassado, conforme o material pré-existente, (Figura 38).

A Figura 39 ilustra o aspeto final da intervenção no cunhal que separa os Troços 7 e 8 da Fortificação.

Figura 38 – Preenchimento de lacunas do cunhal (Troços 8 e 9)

Figura 39 – Cunhal entre Troços 7 e 8 com lacunas preenchida com pedra

A intervenção Tipo C3 refere-se ao recalçamento de mísulas e guaritas e foi executada nos Troços 6, 7, 8, 9, 25, 26, 27.

A Fortificação de Campo Maior em toda a sua extensão apresenta apenas duas guaritas, uma localizada sobre o cunhal dos Troços 16 e 17 e outra no cunhal entre os Troços 17 e 18. Ambas se encontravam em bom estado de conservação pelo que a intervenção se baseou em limpeza, recuperação do reboco e pigmentação. Existiam diversas mísulas, que apresentavam diferentes níveis de degradação, algumas delas careciam de intervenção cuidada e profunda, a nível estrutural.

O realçamento das mísulas seguiu o faseamento previsto em projeto.

A colocação dos perpianhos de granito foi executada com recurso a plataforma elevatória, como se vê na Figura 40, sendo que os mesmos foram devidamente colocados e nivelados (Figura 41) sendo posteriormente feito o seu rejuntamento com argamassa.

Figura 40 – Colocação de perpianhos

Figura 41 – Aspeto final depois de colocados os perpianhos

Após colocação dos perpianhos, ou seja após a reabilitação estrutural da mísula, foi executado o respetivo revestimento com acabamento em reboco executado com a argamassa pré-doseada, com reconstrução dos arcos, incluindo a reposição dos elementos de tijolo burro (lacunas) nos casos em que os mesmos não existiam ou se encontravam degradados.

A figura 42 representa o aspeto final de um cunhal reconstruído e pigmentado, com a respetiva mísula também recuperada.

Figura 42 – Aspeto final do cunhal e mísula entre os Troços 7 e 8 após recuperação

A Figura 43 apresenta uma imagem mais abrangente em que é possível apreciar os troços 16 e 17 no final da intervenção, onde se vê o respetivo cunhal com a mísula e a guarita totalmente reabilitados, e já após a pigmentação.

Figura 43 – Aspeto final do dos Troços 16 e 17 após recuperação

4.6 Cordões

Como foi referido anteriormente neste documento, o cordão é o elemento da fortificação que marca o nível do terrapleno. Na Fortificação de Campo Maior o cordão era originalmente em tijolo maciço.

i) Intervenção prescrita no projeto [4]:

Os cordões que se encontravam meteorizados ou com lacunas pontuais deveriam ser substituídos com elementos semelhantes aos existentes. No caso de lacunas de maior extensão, os cordões deveriam ser reconstruídos com elementos pré-fabricados, dispostos à face do coroamento da escarpa da muralha.

O cordão original da Fortificação Abaluartada de Campo Maior era em tijolo burro de com ponta boleada (Figura 43), sendo revestido com reboco, embora aquando da intervenção houvesse zonas em que esse reboco já não existia.

Figura 44 - Cordão cerâmico existente no Troço 7

ii) Intervenção realizada em obra:

O projeto previa que nas zonas em que os cordões se apresentassem degradados ou com pequenas lacunas fossem repostos com elementos semelhantes aos existentes. Assim, para proceder a estas reparações a empresa adjudicatária mandou fabricar estes elementos numa pequena empresa local (de Campo Maior) que se dedicava ao fabrico de tijolos maciços e artefactos de barro cozido. Foi retirada uma peça de cordão da muralha e executados elementos com as mesmas dimensões e caraterísticas que foram utilizados para preencher as pequenas lacunas.

Por seu lado, nas zonas onde existiam grandes lacunas ao nível do cordão, este seria reposto através da aplicação de elementos pré-fabricados de betão cujo modelo estava definido no projeto. De referir que esta seria uma peça peculiar composta por dois elementos que teriam dupla função: por um lado cumprir a função de cordão, para colmatar as lacunas existentes, por outro lado como elementos de apoio e auxílio da execução da taipa.

Esta segunda função prende-se com o facto da peça em causa servir de base para a construção da taipa, e além disso, o elemento cúbico adicional servir de zona de apoio para os taipais. Tratando-se de uma peça de betão "especial" que teve de ser mandada executar propositadamente para o efeito, acabou por conseguir-se a fusão de ambas as peças definidas no projeto, executando-se numa peça única (Figura 45) o que facilitou em termos de trabalho. Apesar de ser uma peça pesada e de manuseamento estritamente

com recurso a equipamento mecânico, o facto de ser uma única peça foi favorável e evitou que a peça superior eventualmente se deslocasse durante o processo de execução.

Figura 45 - Peça de cordão pré-fabricado de betão

De referir ainda que no que respeita ao acabamento, o cordão de tijolo maciço foi rebocado com argamassa de cal e pigmentado, enquanto que no cordão de betão não foi aplicado qualquer revestimento.

De forma intencional, o cordão de betão não dispunha das mesmas dimensões do cordão de tijolo, o qual é possível de visualizar após conclusão do trabalho, como se representa na Figura 46 para ambos os tipos de solução.

Figura 46 - Cordão – Troço terminado onde existe diferenciação entre o cordão novo e o original

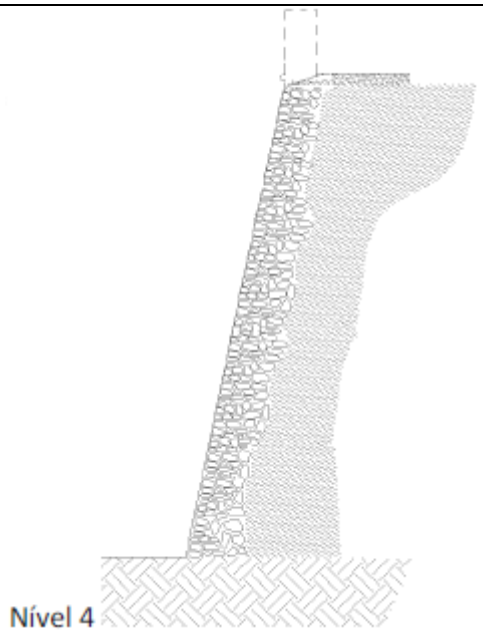
4.7 Reparações, reconstruções e reconfigurações acima do cordão

Pela parte exterior da muralha na zona acima do cordão existe muros. A degradação destes elementos está prevista no projeto como se mostra na Tabela 6, como degradação Nível 4. Esse muro pode pertencer a diversos elementos e por isso ter constituição distinta.

Na Fortificação de Campo Maior, após análise cuidada troço a troço, constatou-se que nalguns troços esses muros eram constituídos por pedra argamassada, similar à escarpa da muralha, noutros eram de taipa.

Assim, em fase de preparação ficou definido que o critério de reconstrução seria manter a solução original, ou seja, onde era taipa seria reconstruído em taipa e onde era originalmente pedra seria refeito ou reconstruído em pedra.

Tabela 6. Exemplificação do Nível de degradação 4

Nível de Degradação	Representação dos níveis de degradação
Nível 4: Colapso do coroamento da muralha acima do cordão	

i) Intervenção prescrita no projeto [4]:

Nas muralhas com plano superior onde apenas existe murete/parapeito de taipa, sem ou com canhoeiras abertas e com cobertura abobadada, as lacunas de pequena e média dimensão bem como a regularização superior deveriam ser reparadas através de interposição da taipa, composta por materiais com a mesma constituição, executada por meios manuais. A granulometria dos inertes e a proporção destes na aglomeração da terra e cal seriam objeto de protótipo que confirmaria a dosagem, textura e identidade cromática [4].

A execução de novos elementos de taipa em troços nos quais a exiguidade dos seus vestígios, o desaparecimento ou as evidências de risco de colapso não permitam ações de consolidação, exigiu a construção de elementos "novos" em taipa". No que se refere à composição, preconizou-se a adição de cal às misturas para a taipa a executar, de forma a garantir uma maior resistência e durabilidade.

A execução de taipa previa ser executada com recurso aos métodos tradicionais, designadamente mediante compactação manual, dentro de taipais amovíveis de madeira. Preconizou-se a reutilização de todos os elementos constituintes dos taipais no decurso da obra, com as eventuais adaptações para cada caso.

Os novos troços seriam executados sobre os níveis de pavimento regularizados, assentes sobre lajetas de betão pré-fabricado, de forma a minimizar eventuais fenómenos de ascensão de humidade por capilaridade.

Os topos das paredes seriam executados com pendentes que permitissem a escorrência rápida e eficaz das águas pluviais.

Sobre todas as superfícies tratadas e reconstruídas deveriam ser aplicados revestimentos à base de cal aérea, areia e saibro, ao traço volumétrico 1:3.

A aplicação das argamassas de revestimento seria precedida de testes prévios, com diferentes proporções de agregados, para afinação da cor e textura das mesmas, tendo como referência os vestígios dos revestimentos existentes e a consolidar, nas zonas limítrofes.

Eventualmente poderia ser aplicada, sobre o revestimento, aguada com argila ou pigmento mineral, para integração cromática das diferentes superfícies de rebocos (novos e antigos).

As argamassas seriam executadas e aplicadas em condições atmosféricas amenas, garantindo-se a proteção das mesmas à ação de chuvas e sol intenso.

ii) Intervenção realizada em obra:

O processo de construção de parapeitos e taipa foi bastante desafiante pois a construção em terra foi muito utilizada nalguns períodos da história, mas atualmente não é muito usual. A execução de construções em terra requer um conhecimento da matéria prima (terra), conhecimento sobre modos de correção desta, conhecimento do método e preparação dos elementos necessários à sua execução (cofragem, pilão…). Na realização desta tarefa existiu a colaboração de um arquiteto especialista em construções em terra.

O trabalho inicial consistiu na análise da terra disponível, sendo que foram enviados para análise em laboratório três solos distintos: o solo resultante do desmonte de merlões, solo de local adjacente à Fortificação e um solo que a empresa construtora dispunha do estaleiro.

Do resultado dessas análises constatou-se que a que dispunha de melhores caraterísticas e que daria melhores garantias na qualidade da taipa executada era o solo dos merlões. Assim, este foi armazenado, tendo sido crivado previamente à sua utilização para garantir controlo da granulometria.

A terra existente no local foi denominada pelo laboratório por “areia argilosa com cascalho”, e segundo o relatório, das análises efetuadas à mesma, esta era granulometricamente composta por inertes de tamanho máximo equivalente ao peneiro correspondente ao 50,8mm, sendo que 75,6% são inertes que passam no peneiro de 19,1mm, 43,6% passam no peneiro de 2mm, sendo que pelo menos 3,27% da amostra corresponde ao teor de argila presente na terra (peneiro de 0,002mm), apresentando um Limite de Plasticidade na ordem dos 21%, Limite de Liquidez na ordem dos 31% e Índice de Plasticidade na ordem dos 10%.

Até ser obtida a fórmula “certa” para a execução da taipa foram executados vários testes, com composições distintas e deixadas durante algum tempo “a secar” para testar o seu

comportamento, tendo sido aplicada camada de reboco para revesti-los como se mostra na Figura 47.

Figura 47 - Amostras de taipa executadas

Depois de executados esses testes, foi definida a fórmula / dosagem para execução da taipa, permitindo assim dar início à execução dos elementos com esta constituição.

Para a construção da taipa foi também necessário proceder à execução do sistema de cofragem para a mesma. Este sistema foi desenhado pelo Arquiteto Especialista que prestou consultoria nesta matéria, com o meticuloso estudo e desenho dos vários componentes da cofragem, pensando no modo como seria usado por forma a otimizar o processo, pensando na montagem e desmontagem do sistema.

O taipal foi construído segundo o pormenor da Figura 48, sendo que cada taipal tinha 2,40m de comprimento e que, com cada taipal, se executava 2,80 m^3 de taipa. O sistema era constituído por quatro taipais de madeira que formavam um paralelepípedo, e umas peças metálicas que atravessavam os taipais e os seguravam durante o processo de execução. De referir que foram construídos dois sistemas iguais, o que permitia fazer 2 blocos de taipa e, quando concluído o segundo, desmontar a cofragem do primeiro e passar para a construção do terceiro e assim sucessivamente.

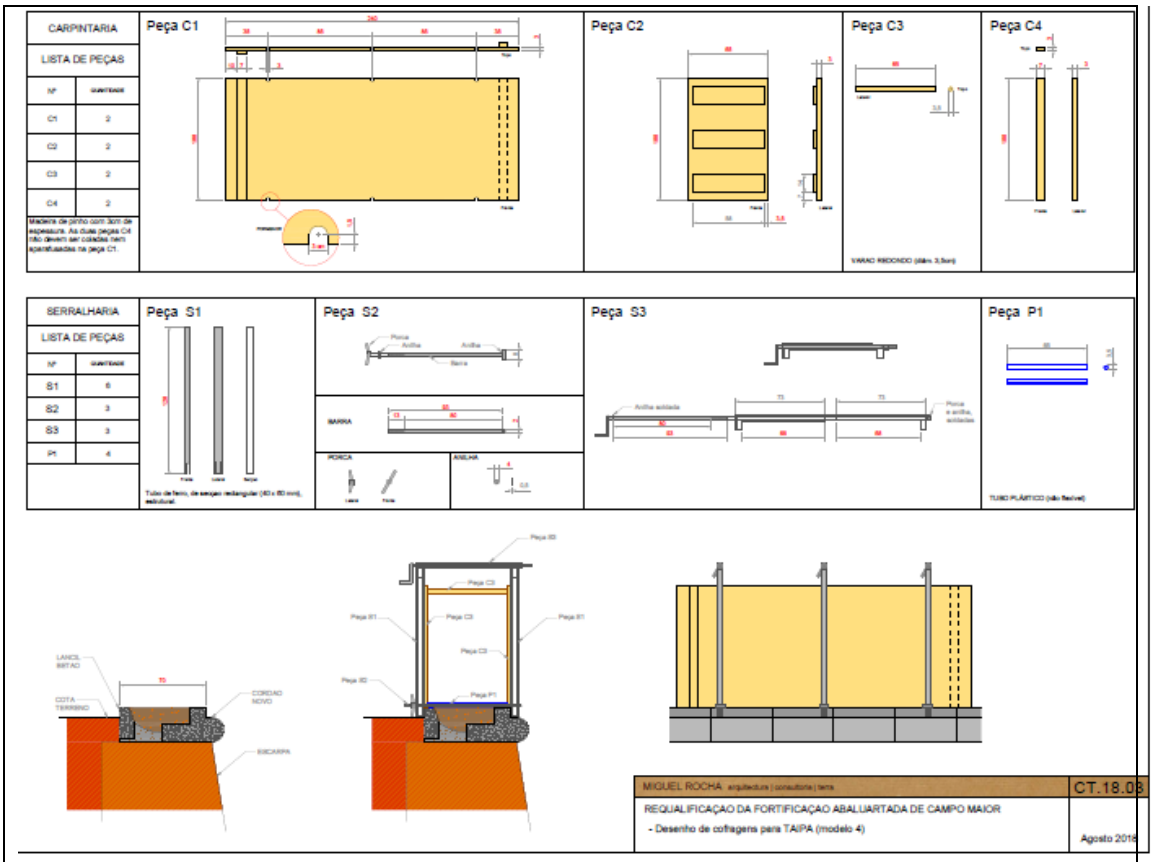


Figura 48 - Cofragem para taipa

O taipal era instalado sobre o elemento do cordão sendo a zona posterior uma peça de guia em betão como se ilustra na Figura 49.

Figura 49 –Preparação da base da taipa e sistema para aplicação dos taipais

O processo foi muito desafiante pois era uma técnica que nunca tinha sido utilizada pelos intervenientes, tendo requerido experiências, aprendizagem e empenho. Da execução da cofragem, à sua montagem, passando pela aplicação da terra e ao seu apiloamento, todo o processo requereu estudo e aperfeiçoamento para que fosse rigoroso e metódico, para permitir a sua execução com a rentabilidade desejada.

A figura 50 mostra a cofragem da taipa montada com todos os elementos constituintes. De referir que os pilões de madeira também foram estudados e construídos para o efeito.

Figura 50 – Pormenor de cofragem de taipa e pilões

A Figura 51 mostra um bloco de taipa já descofrado, faltando apenas fazer a ligação entre a taipa nova e a existente (à esquerda na imagem).

Figura 51 – Pormenor do lancil de betão na base posterior do bloco de taipa

De salientar ainda uma dificuldade adicional na execução da taipa, designadamente o facto que vários elementos serem executadas no topo da escarpa, vários metros acima do solo, o que tornou o processo mais delicado. Nestas situações, a taipa foi executada com o auxílio de plataforma elevatória, como se pode visualizar na Figura 52. O apiloamento foi feito a partir do equipamento de elevação, por forma a garantir segurança na execução do trabalho.

Figura 52 – Construção de parapeito em taipa com o auxílio de plataforma (Troço 10)

A Figura 53 mostra o parapeito do Troço 11 reconstruído em a taipa sobre elemento de cordão em betão.

Figura 53 - Parapeito reconstruído em taipa sobre peça de cordão de betão (Troço 11)

Depois de executados, os elementos de taipa foram deixados a "secar" durante 15 dias a 1 mês por forma a obterem a estabilização necessária. Os blocos de taipa eram tapados durante esse período com um plástico no topo para proteger da chuva, como se vê na figura 54, sendo posteriormente rebocados com a mesma argamassa pré-doseada utilizada nas reconstruções da escarpa da muralha.

Figura 54 - Parapeito reconstruído em taipa sobre peça de cordão de betão (Troço 11)

4.8 Canhoeiras

Na arquitetura militar, uma canhoneira ou bombardeira refere-se a cada uma das aberturas entre os merlões do parapeito de uma fortaleza abaluartada. As canhoneiras serviam, normalmente, para a colocação de canhões, de bombardas ou de outras bocas de fogo. [3]

A Fortificação Abaluartada de Campo Maior tem na sua extensão várias canhoeiras, abertas e cobertas, sendo que apresentavam diferentes níveis de degradação, pelo que a intervenção prevista varia de acordo com o seu estado inicial.

i) Intervenção prescrita no projeto [4]:

Os critérios de intervenção nas canhoeiras foram definidos de acordo com o estado de degradação da respetiva estrutura, impondo-se sempre o princípio de clarificação do tempo histórico da intervenção, guiado pelas condições de segurança de pessoas, pela estabilidade das estruturas e pela integridade estética no conjunto edificado.

No caso das canhoeiras abobadadas, as opções de intervenção refletem, à semelhança de outros elementos da fortificação, a necessidade imperativa de consolidação e de restituição da estabilidade destas estruturas sem que, no entanto, se proceda à

reconstrução integral da sua estrutura para que a identidade da ruína possa ser conservada e assinalada a respetiva marca temporal. Neste sentido, a consolidação da estrutura das abóbadas envolveu:

- consolidação/reconstrução das paredes laterais e merlões adjacentes, restabelecendo a integridade das estruturas de apoio laterais que equilibram as forças de desvio do arranque da abóbada;
- consolidação dos carregos ou sua reposição lateral até terços de vão, restabelecendo os níveis de compressão estabilizadores da abóbada;
- caldeamento do terço de vão superior, pelo extradorso, no caso de inexistência de carregos no topo da abóbada, promovendo a impermeabilização e consequente proteção da estrutura abobadada;
- injeção das fendas, nomeadamente na zona de fecho e de arranque, consolidando a própria estrutura da abóbada.

De modo mais ou menos sucinto, apresenta-se a seguir o esquema de cada tipo de intervenção.

A Figura 55 representa as canhoeiras abobadadas com colapso parcial da espalda, cujo procedimento de intervenção do tipo CA1 define:

- Consolidação das paredes laterais
- Consolidação e reconstrução dos parapeitos (ou merlões) adjacentes com alvenaria de pedra
- Consolidação da boca, parede de fundo e espalda da canhoeira
- Consolidação da abóbada
- Reposição dos carregos a terços da abóbada com formigão
- Estabilização do caxilho com taipa

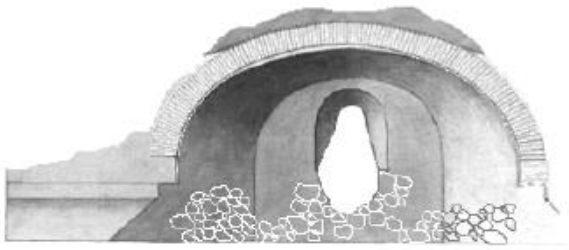


Figura 55 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA1 [4]

A intervenção em canhoeiras abobadadas tipo CA2, representada na Figura 56, ou seja, em canhoeiras com colapso total da espalda, incluíam as seguintes intervenções:

- Consolidação das paredes laterais
- Consolidação e reconstrução dos parapeitos (ou merlões) adjacentes com alvenaria de pedra
- Consolidação da boca da canhoeira
- Reconstrução da parede de fundo e espalda da canhoeira
- Consolidação da abóbada
- Reposição dos carregos a terços da abóbada com formigão
- Estabilização do caxilho com taipa

Figura 56 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA2 [4]

A intervenção a realizar nas canhoeiras abobadadas com colapso total da parede de fundo (Nível de intervenção CA3), como a que está representada na Figura 57, considera os seguintes trabalhos:

- Consolidação das paredes laterais
- Consolidação e reconstrução dos parapeitos (ou merlões) adjacentes com alvenaria de pedra
- Construção de um novo parapeito no fundo da canhoeira
- Consolidação da abóbada
- Reposição dos carregos a terços da abóbada com formigão
- Estabilização do caxilho com taipa

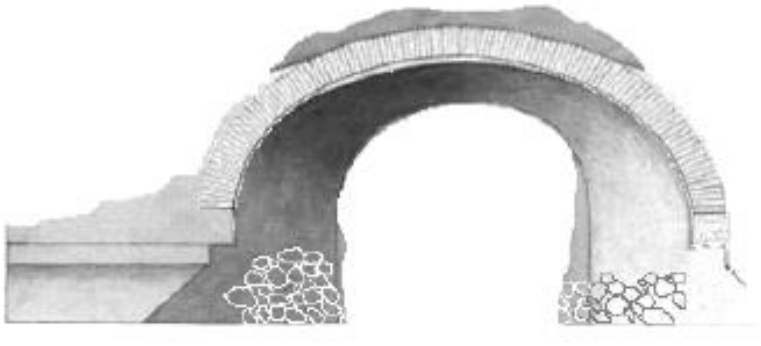


Figura 57 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA3 [4]

No caso das canhoeiras abobadadas com colapso total da parede de fundo e de parte da abóbada, esquematizadas na Figura 58, e designadas em projeto como intervenção CA4, o procedimento de recuperação incluía:

- Consolidação das paredes laterais
- Consolidação e reconstrução dos parapeitos (ou merlões) adjacentes com alvenaria de pedra
- Consolidação e reconstrução da abóbada de modo a garantir uma faixa de 1.0m
- Reposição dos carregos a terços da abóbada
- Construção de um novo parapeito no fundo da canhoeira com uma largura de 0.85 m e uma altura de 1.10 m, em geral, e 0.90 m na antiga zona da boca e espalda da canhoeira

Figura 58 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CA4 [4]

No caso das canhoeiras abertas também estavam definidas em projeto a intervenção a levar a efeito consoante o nível de degradação.

De referir que muitas das intervenções e metodologias de trabalho são comuns aos vários níveis de degradação, existindo, no entanto, especificações em cada um dos casos.

No nível de intervenção em canhoeiras simples CS1 (Figura 59) os trabalhos a realizar nas canhoeiras simples com colapso parcial da espalda são as seguintes:

- Consolidação das paredes laterais
- Consolidação da parede de fundo e espalda da canhoeira
- Consolidação dos parapeitos (ou merlões)

Figura 59 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CS1 [4]

A intervenção a realizar em canhoeiras simples com colapso parcial ou total da espalda e desagregação das paredes laterais, designada como Tipo CS2 e representada na Figura 60, contempla:

- Consolidação das paredes laterais
- Reconstrução da parede de fundo e espalda da canhoeira
- Consolidação dos parapeitos (ou merlões)

Figura 60 - Esquema de degradação das canhoeiras que carecem de intervenção do tipo CS2 [4]

O nível de intervenção em canhoeiras simples CS3 refere-se a canhoeiras simples com colapso total da espalda e desagregação total das paredes laterais. A intervenção contemplava a construção de um novo parapeito na zona da antiga canhoeira com uma largura de 0,85 m e uma altura de 1,10 m.

ii) Intervenção realizada em obra:

Devido aos níveis de degradação diferentes, tanto nas canhoeiras cobertas como nas canhoeiras abertas, as intervenções de recuperação propostas diferem entre elas, mas há aspetos comuns, nomeadamente os materiais a aplicar e os métodos de trabalho.

Assim, de forma global, a reconstrução de paredes e espalda foram feitas em alvenaria de pedra, com processo similar ao executado nas demais reconstruções em pedra da empreitada. As desagregações e recuperações pontuais foram feitas com argamassa e elementos de alvenaria de tijolo maciço e a consolidação das abóbadas foi feita com ligante de injeção, também de forma análoga à executada noutras zonas da muralha.

A intervenção tipo CA1 foi executada nos troços 9, 17, 18, 20 e 21.

Ao nível das reconstruções refira-se que as paredes laterais e da espalda reconstruídas nos diversos tipos de intervenção foram executadas em alvenaria de pedra. Em obra houve alguma dúvida sobre a altura original da espalda das canhoeiras, uma vez que pela observação das existentes não foi possível determinar qual a original, até porque em várias situações a cota do terrapleno foi alterada ao longo do tempo.

Assim, foi determinado que as espaldas seriam executadas até uma altura de 0,90m acima da cota atual do pavimento.

A intervenção nas abóbadas também diferia consoante a sua degradação, sendo que nos casos onde a mesma apresentava fissuras estas foram picadas, limpas, seladas na zona interior com argamassa MB60 da Fassa Bortolo e injetadas com ligante 790 da mesma marca na zona superior para perfeita consolidação, como se mostra na Figura 61.

Figura 61 – Picagem do interior da abóbada e limpeza da fissura para tratamento

A intervenção tipo CA2 foi levada a efeito nos troços 8, 13, 14 e 15, sendo os procedimentos similares aos descritos na intervenção CA1. Na intervenção CA2, como a representada na Figura 62, as canhoeiras apresentam colapso total da espalda. Nestes casos a espalda foi totalmente reconstruída em alvenaria de pedra, conforme descrito anteriormente.

Figura 62 – Canhoeira com degradação da espalda (Troço 8) – Intervenção CA2

Relativamente à intervenção nos caxilhos o projeto previa a sua reconstrução com taipa. No entanto, na fase de execução, após debate com a equipa projetista e com o Arquiteto Especialista, concluiu-se que este procedimento não seria viável uma vez que montar taipais para execução de taipa e apiloar abóbadas existentes, algumas delas já com algumas fragilidades, não seria tecnicamente viável.

Assim, em fase de obra, a recuperação dos caxilhos foi executada com pedaços de tijolo para preenchimento de lacunas e algumas reconstruções, com posterior reboco, como se mostra na Figura 63.

Figura 63 - Recuperação do caixilho da canhoeira

Além da recuperação dos caixilhos, todas as paredes que constituem as canhoeiras foram recuperadas e rebocadas conforme se demonstra na Figura 64.

Figura 64 - Recuperação de canhoeira do Troço 11

De referir que todas as intervenções tiveram sempre presente o projeto original para que as reconstruções tentassem sempre replicar o original, como se demonstra na Figura 65, que representa o desenho do projeto original de uma canhoeira e a canhoeira do Troço 11 após a intervenção.

Figura 65 - Canhoeira Troço 12 – Alçado Original vs Aspeto após recuperação em 2020

Quanto à intervenção tipo CA3, esta foi apenas executada na canhoeira do troço 11 da Fortificação Abaluartada de Campo Maior, sendo a única canhoeira coberta com colapso total da parede de fundo, como se pode verificar na Figura 66.

Figura 66 - Canhoeiras do Troço 11 antes da Intervenção – Esquerda CA2; Direita CA3

Esta intervenção contemplou várias etapas:

- consolidação das paredes laterais;
- consolidação e reconstrução dos parapeitos (ou merlões) adjacentes em alvenaria de pedra com altura de 1,10m ou altura do merlão, se superior;
- construção de um novo parapeito no fundo da canhoeira com uma largura de 0,85m e uma altura de 1,10m, em geral, e 0,90m, na antiga zona da boca da canhoeira;
- consolidação da abóbada (injeção de fendas, realização de encasques, substituição de elementos meteorizados);
- reposição dos carregos a terços da abóbada com formigão/taipa(?),
- caldeamento do terço de vão superior, pelo extradorso, no caso de inexistência do carrego no topo da abóbada; estabilização do caixilho com taipa.

O processo de reconstrução das paredes e do fundo foi similar ao procedimento anteriormente descrito, mas esta teve a particularidade de reconstrução da abóbada. Este elemento foi executado com tijolo burro, ao cutelo e argamassa de cal e gesso, como de vê na Figura 67.

Figura 67 - Reconstrução da abóbada da canhoeira do Troço 11

Este trabalho foi feito por um especialista em construções antigas, sobretudo abóbadas, utilizando a técnica artesanal e sem recurso a cimbres ou cofragens.

Quanto à intervenção nas canhoeiras abertas, elas foram levadas a efeito nos seguintes troços:

- Intervenção tipo CS1 (troços 13, 14, 15, 17, 20)
- Intervenção tipo CS2 (troços 8, 13, 14, 15, 16, 17, 20)
- Intervenção tipo CS3 (troço 18)

Este tipo de intervenção foi executado segundo a metodologia prevista em projeto, sendo as paredes construídas em alvenaria de pedra e posteriormente rebocada, conforme se descreveu acima para as canhoeiras coberta.

Exceção foi a canhoeira aberta do Troço 16, localizada no Meio Baluarte de Lisboa, em que após limpeza se concluiu que as paredes originais da canhoeira aberta eram em taipa, pelo que foi reconstruída no mesmo material e seguindo o mesmo processo. Refira-se, a título de curiosidade, que após definição completa da taipa a executar na obra, este foi o primeiro elemento de taipa construído na obra.

Como mostra a Figura 68, foi preparada a base com tijolo burro, os taipais e executado o primeiro elemento de taipa da obra em julho de 2018, constituindo este o muro lateral da canhoeira aberta do Troço 16.

Figura 68 - Preparação da base para construção da taipa do (Troço 16) – Canhoeira simples

4.9 Acabamento

A intervenção teve sempre como objetivo dar continuidade ao aparelho de pedra estrutural da Fortificação Abaluartada de Campo Maior, com materiais idênticos aos originais, considerando a estabilidade da envolvência, com vista à refuncionalização estrutural do paramento afetado.

Durante o processo construtivo, além da compatibilidade dos materiais houve aspetos que estiveram sempre presentes e representaram uma preocupação constante por forma a obter um resultado final esteticamente agradável e respeitando a estereotomia inicial, nomeadamente:

- A pedra a utilizar na face da muralha devia conter pedras grandes e pequenas para criar dinâmica na leitura da parede,
- O revestimento da superfície reproduziu as fieiras do processo construtivo com uma subtil diferença, desalinhados dos paramentos preexistentes, descendo a cota em cerca de 10 cm evidenciando a zona de reconstrução (Figura 69).

Figura 69 - Pano de muralha (em execução) com as fieiras bem identificadas na zona da reconstrução

- A argamassa pretendeu-se que ficasse um pouco recuada relativamente às pedras do paramento,

- As pedras a aplicar na reconstrução foram cuidadosamente selecionadas, procurando a face correta para ficar visíveis.

Depois de executada a intervenção estrutural e de recuperação em cada um dos troços era necessário dar-lhe um aspeto uniforme, ao nível da tonalidade final. Uma vez que se optou pela utilização de argamassas pré-doseadas em detrimento das argamassas de cal e areia tradicionais, foi necessário proceder à pigmentação dos panos de muralhas, por forma a que a recente intervenção ficasse plenamente integrada no conjunto global da Fortificação.

Foi definido desde muito cedo, e debatido nas reuniões de obra, que não se pretendia que a muralha ficasse com aspeto "pintada", e decidiu-se que a cor a aplicar seria executada troço a troço, de acordo com a tonalidade pré-existente.

Dada a opção de aplicação de argamassas pré-doseadas, após execução do trabalho foi necessário proceder à pigmentação dos panos de muralha, por forma a dar-lhes uma tonalidade mais próxima da original. Assim a pigmentação dos troços revestia-se de grande importância estética por forma que o aspeto final da intervenção fosse agradável e consensual para quem visita ou passa pelo monumento [8].

Para tal, foram realizados vários testes de integração cromática, através da mistura de pigmentos inorgânicos com água e a sua aplicação sobre a argamassa pré-doseada para conseguir as dosagens para obtenção das tonalidades adequadas, como se vê na Figura 70.

Figura 70 – Realização de testes de pigmentação

A integração cromática da argamassa no seu todo foi executada após a aplicação da mesma, durante a secagem, por meio de pulverização de água de cal e pigmentos minerais, nas composições abaixo mencionadas:

- 1,5L Água + 7 tampas de Terra Sombra Chipre Natural;
- 1,5L Água + 7 tampas de Terra Sombra Chipre Natural;
- 1,5L Água + 12 tampas de Terra Sombra Chipre Natural.

Após algumas experiências, e para que o processo fosse mais rápido, acabou por proceder-se à pigmentação dos panos de muralha com pulverizador acoplado a um compressor. Esta operação carecia de alguns preceitos, nomeadamente a distância de pulverização por forma a obter-se um aspeto uniforme e sem manchas, e o facto de o pigmento ser insolúveis pelo que era necessário mexer constantemente a mistura por forma a torná-la homogénea no momento da aplicação.

Assim, depois de bem definido o processo foi dada formação aos trabalhadores (Figura 71). Posteriormente definiram-se três trabalhadores tendo sido estes os responsáveis por executar o trabalho, para dar garantia de que o mesmo seria sempre realizado do mesmo modo para obtenção de um aspeto final uniforme. Como se vê na Figura 72, dada a altura da muralha o trabalho de pigmentação teve de ser executado com recursos a plataforma elevatória, para pigmentação dos parapeitos exteriores e das zonas mais altas da escarpa, sendo as zonas mais próximas do chão executadas a partir do solo.

Figura 71 –Formação aos trabalhadores sobre acabamento da argamassa de rejuntamento

Figura 72 - Integração cromática - Pigmentação

4.10 Caso específico: Troço 22

O Troço 22 da Fortificação Abaluartada de Campo Maior foi, desde a fase de projeto, o troço que mais preocupou os projetistas e o Dono de Obra, tendo essa preocupação sido posteriormente transmitida ao empreiteiro da obra. A localização do troço e o seu aspeto inicial são apresentados nas Figuras 73 e 74 respetivamente.

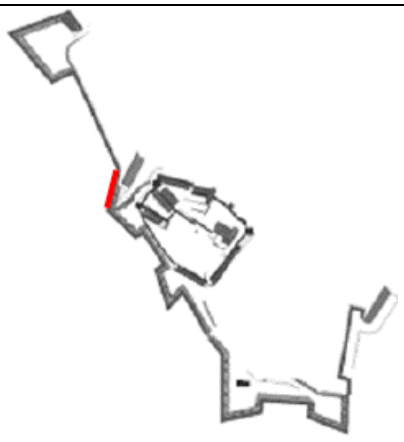


Figura 73 – Localização do Troço 22 [4]

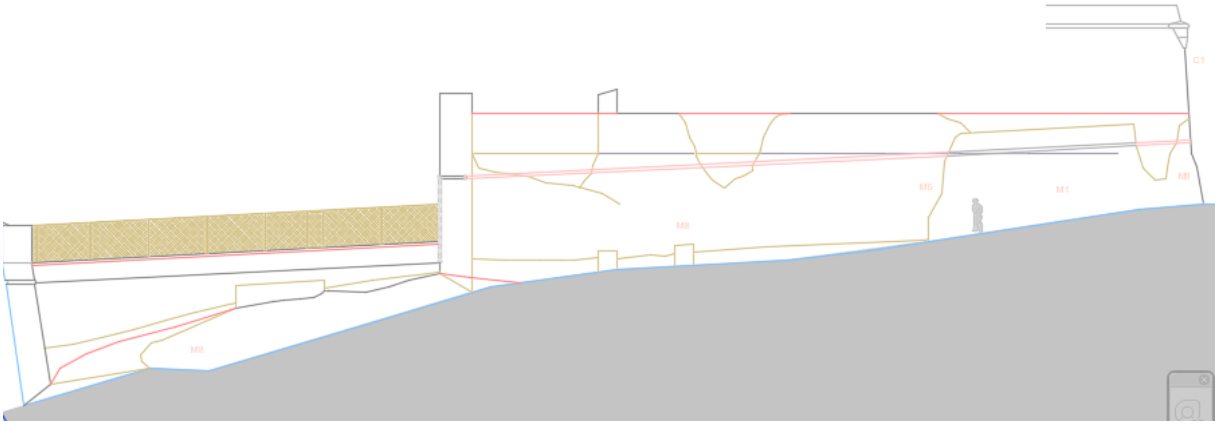
Figura 74 – Vista geral [4]

O projeto referia:

"O troço 22 constitui a bateria baixa do Meio Baluarte do Curral dos Coelhos. A sua escarpa encontra-se parcialmente derruída. Possuiria cinco merlões e quatro canhoeiras abertas, segundo a diversa documentação gráfica consultada (fonte: Arquivo Histórico Militar). O seu estado de degradação atual, bem como a intensa vegetação que o cobre, não permitem uma leitura clara dos vestígios dos elementos acima da linha do cordão.
No que se refere aos materiais e aos sistemas construtivos, observou-se a presença de alvenaria de pedra irregular argamassada, à fiada, no paramento da escarpa bem como nos elementos acima da linha do cordão.
O troço possuía cordão, composto por elementos de tijolo maciço, atualmente visível apenas na extremidade Sul.
Pontualmente, observaram-se vestígios de argamassas de revestimentos, na maioria aparentemente à base de cal, na escarpa, cordão e paramentos acima deste último.

Detetaram-se os seguintes problemas:
- Colonização biológica intensa e generalizada, com presença de animais (ninhos de répteis e de insetos), microorganismos e plantas (herbáceas, arbustos e árvores de grande porte);
- Derrocada total de alvenarias em diversos elementos do troço, com a consequente instabilidade das suas estruturas;
- Fendilhação considerável das alvenarias da escarpa na extremidade Sul do troço;
- Lacunas de pequena, média e grande dimensão, em alvenarias de pedra da escarpa e dos elementos acima da linha do cordão;
- Desguarnecimento e deterioração dos materiais de preenchimento das juntas das alvenarias de pedra da escarpa de todos os elementos visíveis;
- Degradação e perda de revestimentos de argamassas de cal;
- Presença de elementos dissonantes, nomeadamente construções recentes adossadas aos paramentos e, aparentemente, ocupando espaços de canhoeiras e diversos elementos metálicos estranhos à estrutura, evidenciando corrosão;
- Acumulação generalizada de detritos e resíduos diversos.
"

Na Figura 75 apresenta-se o procedimento e a intervenção previstos para o Troço 22.



INTERVENÇÃO ESTRUTURAL - TROÇO 22

– Consolidação de escarpa em zona de derrocada total de alvenarias em diversas elementos do troço;

CORRECÇÃO DE ANOMALIAS

– Limpeza de colonização biológica intensa e generalizada, com presença de animais (ninhos de répteis e de insectos) e outros microorganismos, e remoção de plantas (herbáceas, arbustos e árvores de grande porte);
– Reparação da fendilhação das alvenarias da escarpa na extremidade Sul do troço;
– Preenchimento de lacunas de pequena, média e grande dimensão, em alvenarias de pedra da escarpa e dos elementos acima da linha do cordão;
– Preenchimento das juntas das alvenarias de pedra da escarpa de todos os elementos visíveis;
– Remoção de diversos elementos dissonantes, nomeadamente construções recentes adossadas aos paramentos e, aparentemente, ocupando espaços de canhoeiras e diversos elementos metálicos estranhos à estrutura, evidenciando corrosão;
– Limpeza de detritos e resíduos diversos;
– **Miseta**: Estabilização de vestígios existentes de apoio em granito.

RECONFIGURAÇÃO DE ELEMENTOS

Parapeito: Reposição de canhoeiras e merlões, com aproveitamento dos materiais existentes, às cotas originais e desenvolvimento de pendente em alçados exteriores;
Cordão novo: Integração de novos elementos em betão pré-moldado, sem revestimento (ver desenho de pormenor)

REVESTIMENTOS *

ESCARPA / ALICERCES (CONTRAFORTES/REFORÇOS DO CEPO ATÉ AO FOSSO):
– Reparação de rebocos existentes e/ou aplicação de novos rebocos de recobrimento;
– Integração cromática por meio de esfregaço de cal e pigmento, deixando pedras de grandes dimensões visíveis, de acordo com indicações a fornecer em obra;

PARAPEITOS: MERLÕES, CANHOEIRAS E BANQUETAS
– Reparação de rebocos existentes e/ou aplicação de novos rebocos;
– Integração cromática por meio de esfregaço de cal e pigmento;

*Todas as dosagens a aferir em obra após selecção de amostras, elaboração de ensaios e protótipos.

Figura 75 – Intervenção prevista em projeto para o Troço 22 [5]

O aspeto inicial do troço, e o facto da escarpa da muralha apresentar derrocada no tramo superior e no que resta parecer estar inclinada, o que poderiam indiciar que teria havido um deslizamento, talvez devido a falência ou abatimento da fundação. Por esse facto, as intervenções previstas em projeto eram bastante intrusivas, prevendo-se nalgumas zonas intervenção tipo M8 que consistia na execução microestacas e muros de betão, revestidos na face exterior com alvenaria de pedra, como se representa na Figura 76.

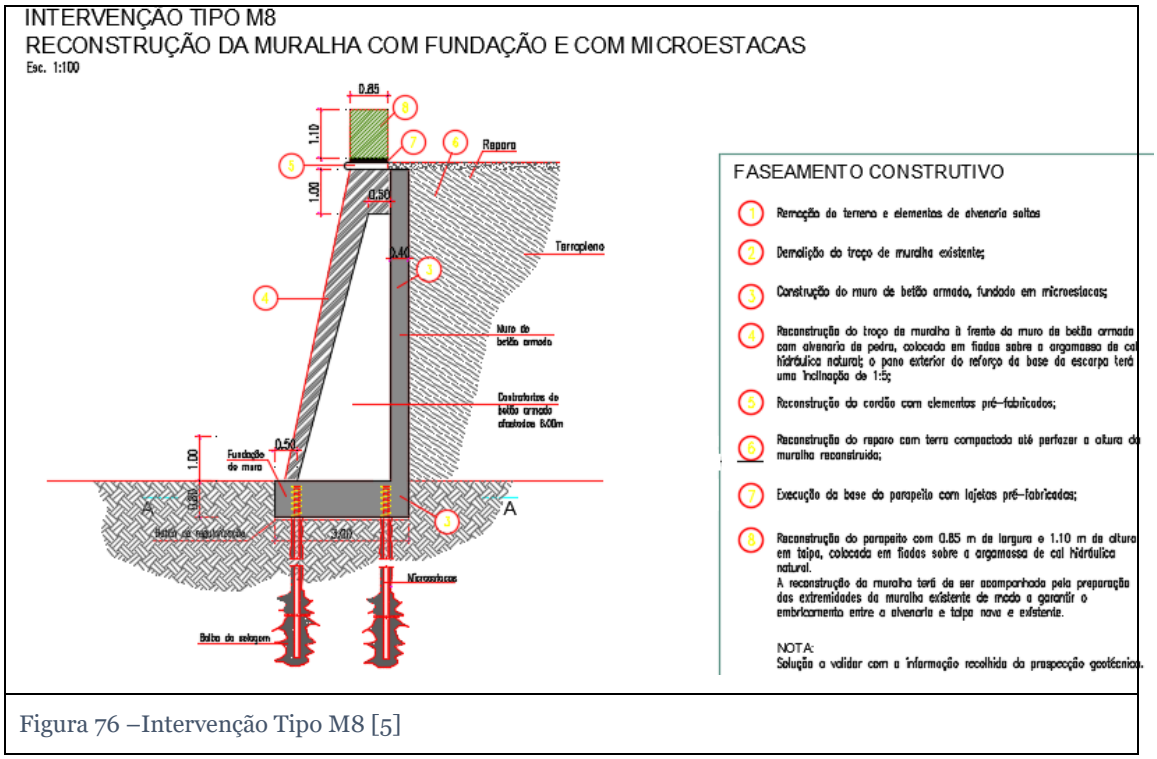


Figura 76 –Intervenção Tipo M8 [5]

Assim, como em todos os troços, começou-se a intervenção pelos trabalhos de limpeza, com remoção da muita vegetação existente, remoção dos excedentes de terra, por forma a colocar perfeitamente à vista todos os elementos da estrutura e aferir o seu real estado (Figura 77).

Figura 77 – Trabalhos de limpeza do Troço 22

Após a conclusão desses trabalhos constatou-se que existiam dois panos de muralhas no Troço 22. O exterior (escarpa), que ligava (à cota alta) a cortina do Troço 21 no seu canto Oeste (passando pela frente do paramento transversal que delimitava o edificado "originalmente" existente na bateria baixa) ao Troço 23 na cota inferior. Em adição, existia também o paramento de muralha interior recuado cerca de 2,50m, que tinha o seu início adossado ao paramento transversal acima referido e rematava na parte superior do Troço 23 junto à construção recente/dissonante existente.

O paramento da escarpa (muralha exterior) no seu troço inferior a partir do paramento transversal originalmente adossado (que confina com a Rua das Cavalariças e delimita o espaço da bateria baixa) parecia ter abatido (Figura 78). Após as limpezas ficou ainda mais percetível a inclinação em bloco de toda esta parte do troço; não sendo crível que aquando da sua construção (paramento do Troço 22) não se tivesse respeitado a esquadria de implantação em relação à orografia do terreno envolvente. O facto de ter eventualmente abatido em bloco, e não ter havido desmoronamento, levantou igualmente a hipótese de essa parte do troço ter sido construída ou reconstruída de forma inclinada acompanhando o terreno.

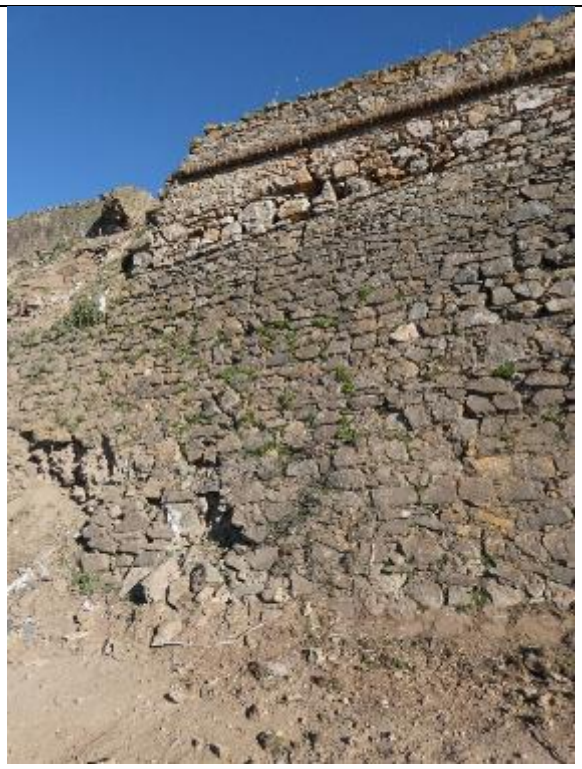


Figura 78 –Aspeto do Troço 22 onde é notória a inclinação da escarpa em relação ao cordão

Esta ocorrência poderia estar relacionada com deslizamento de terras de suporte ao longo do Troço 22. Conforme foi referido anteriormente, existem outras partes da estrutura derruídas, eventualmente associadas ao mesmo fenómeno, concretamente no ponto de intersecção entre a cortina que constituía o início do Troço 22 (à cota superior do terreno), a cortina do Troço 21 e a do Troço 21 A (que delimita o meio baluarte do Curral dos Coelhos).

Assim, como forma de perceber o que realmente ocorreu neste Troço e executar a intervenção de forma correta e que mais se adequasse à patologia, foram feitas sondagens, nos locais indicados na Figura 79, através da escavação em cinco locais distintos, adjacentes à escarpa do Troço 22, por forma a verificar a que profundidade se localizada o maciço rochoso.

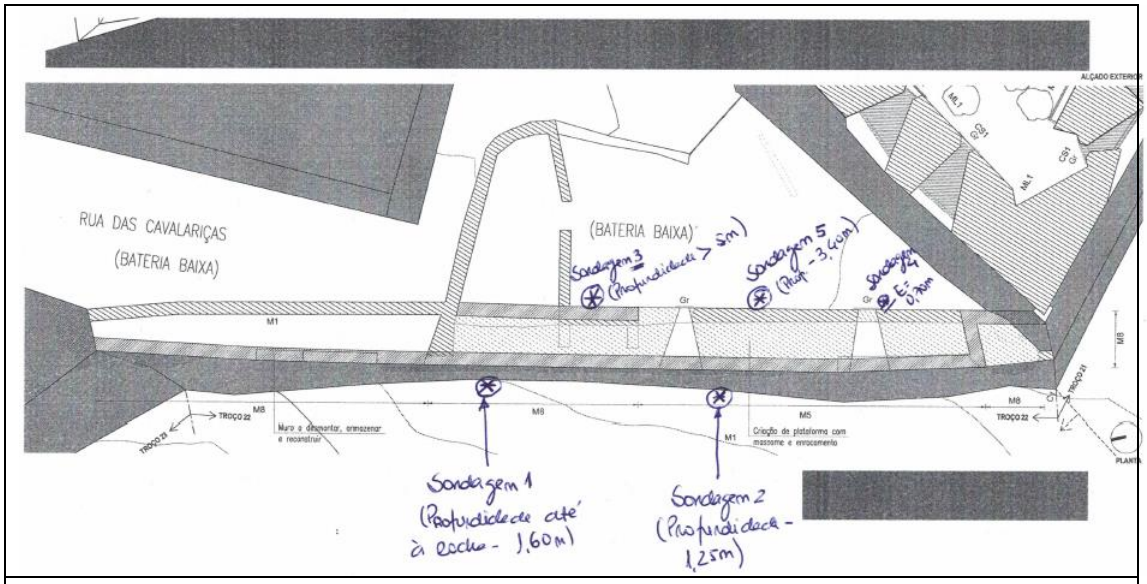


Figura 79 – Localização das sondagens realizadas no Troço 22

Com base nessas sondagens constatou-se que na base da escarpa o maciço rochoso se situava a um pouco mais de 1 metros de profundidade (numa das sondagens foi alcançado a 1,25m e noutra a 1,60m), enquanto que nas sondagens realizadas na parte superior da muralha se localizava entre os 0,70 e mais de 5 metros)

Por forma a descartar qualquer questão relacionada com a fragilidade do maciço rochoso do local, foi ainda realizado um ensaio de penetração dinâmica (SPT) na base da escarpa do Troço 22, conforme a localização representada na Figura 80.

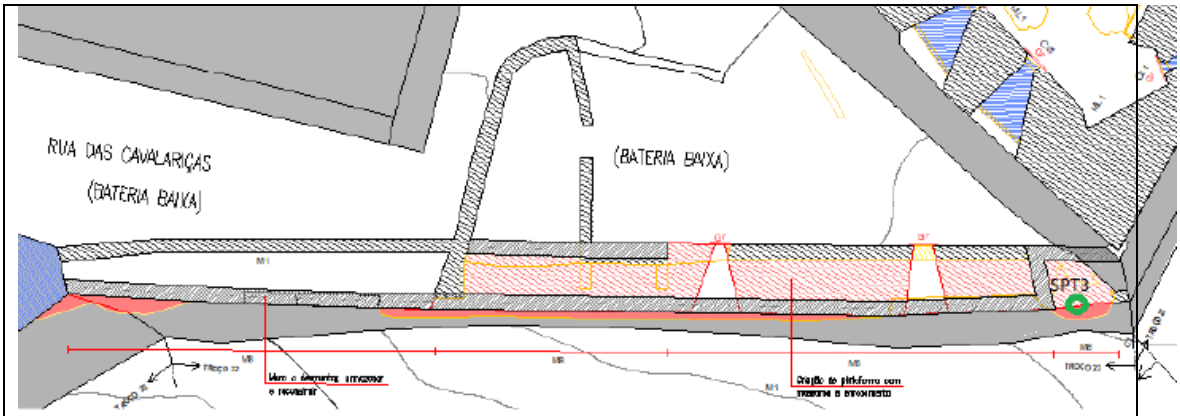


Figura 80 – Localização do Ensaio SPT realizado no Troço 22 (SPT3)

Na sequência do ensaio SPT realizado com o equipamento representado na Figura 81 o material recolhido no mesmo é o que se apresenta Figura 82.

Figura 81 – Equipamento de realização do Ensaio SPT

Figura 82 – Ensaio SPT realizado no Troço 22

As Figuras 83, 84 e 85 representam o resultado do ensaio SPT, verificando-se da análise dos mesmos que na zona ensaiada existe:

- Xistos/quartzitos negros e/ou grauvaques muito alterados a completamente alterados (W4-5), envoltos por uma matriz de silto-argilosa, com alternância a argilo-siltosa, de cor castanho. Presença de fragmentos rochosos <20mm. [0-90cm];
- Xistos/quartzitos negros e/ou grauvaques, gnaisses anfibolicos, intercalados, muito alterados a completamente alterados (W4-5). [90 - 300cm]

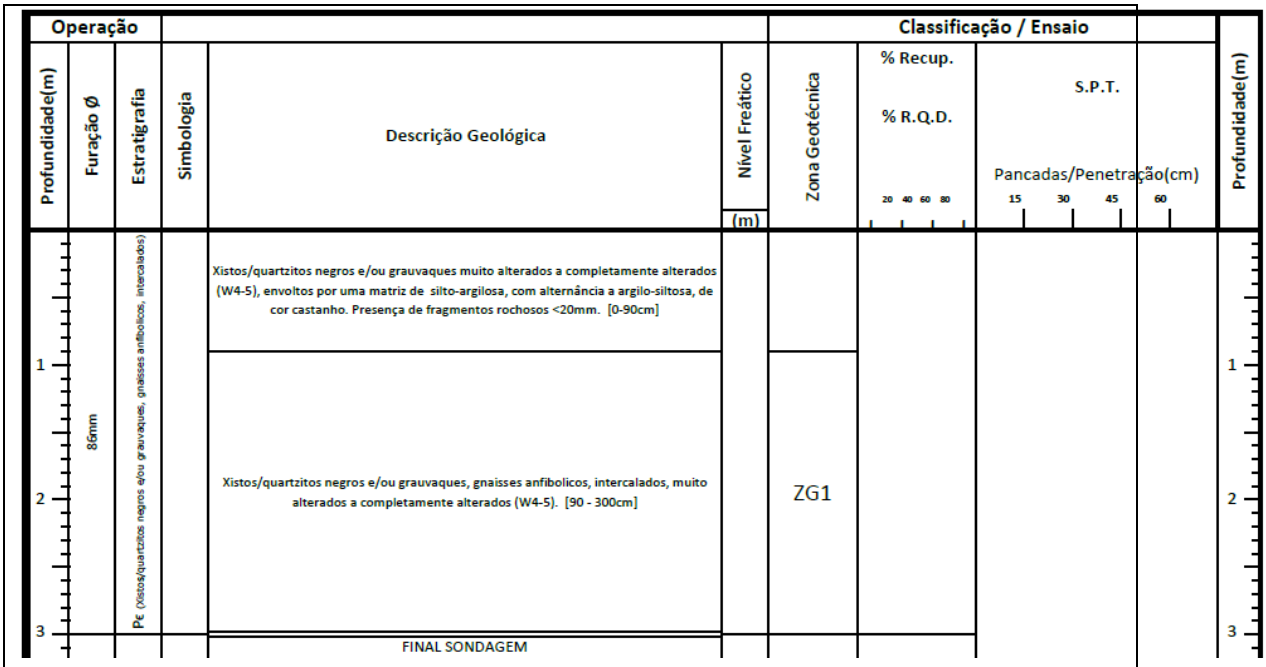


Figura 83 – Resultado do Ensaio SPT realizado no Troço 22

Quadro I – Informação relativa à furação e natureza dos maciços prospectados.

Sondagem	Profundidade (m)	Nível Freático (m)	Maciço Terroso / Terroso c/ clastos (m)	SPT (un.)	Maciço Rochoso (m)
SPT01 (Troço 11)	8,10	---	0,00 - 6,60	5	6,60 - 8,10
SPT02 (Troço 11)	7,50	---	0,00 - 5,30	3	5,30 - 7,50
SPT03(Troço 22)	3,00	---	0,00 - 0,90	2	0,90 - 3,00

Figura 84 – Resultado do Ensaio SPT realizado no Troço 22 – Quadro resumo

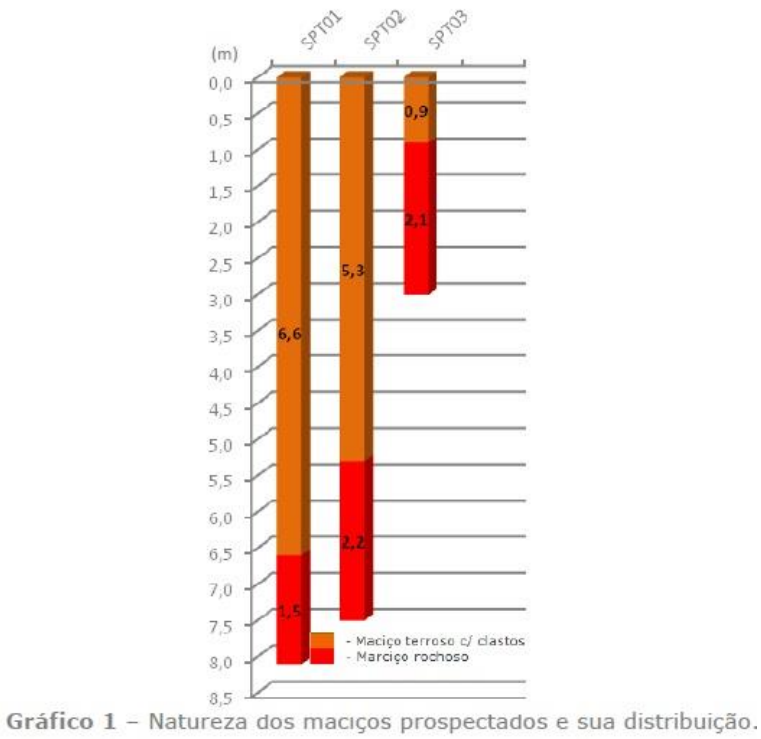


Gráfico 1 – Natureza dos maciços prospectados e sua distribuição.

Figura 85 – Resultado do Ensaio SPT realizado no Troço 22 – resultado gráfico

Assim, após limpeza da zona, foi possível ter uma melhor perceção do estado da escarpa, e do seu estado atual, sendo que após realização de sondagens na zona inferior percebeu-se também que o Troço 22 foi construído sobre maciço rochoso, que se encontra a cerca de um metro de profundidade relativamente à cota da rampa.

Neste sentido, tecidas todas as considerações, propôs-se para a reconstrução do referido troço uma solução similar à preconizada para o Troço 11 e 24 (intervenção Tipo M5).

Deste modo, foi aprovada a alteração do tipo de intervenção a adotar no Troço 22, optando-se por uma situação de reconstrução de alvenaria de pedra, numa solução menos intrusiva, e similar à adotada noutros troços de muralha. Para o efeito foi limpa a zona da escarpa colocando a descoberto o topo da parede existente e preparada para posterior recrescimento em alvenaria de pedra argamassada, com os preceitos descritos anteriormente para a intervenção Tipo M5.

Este Troço foi então reconstruído com a pedra da região, a argamassa pré-doseada previamente aprovada e com recurso a andaimes, como se representa na Figura 86.

Figura 86 – Intervenção no Troço 22

Neste troço, como nos demais troços reconstruídos, foram executados boeiros (orifícios) na escarpa localizados a 1 metro do cordão que têm como função fazer a drenagem das águas pluviais, evitando a ocorrência de pressão hidrostática que poderia levar ao colapso da parede da escarpa.

O Troço 22, que tanto receio motivou, após realização de ensaios, ponderação de soluções e amplos debates entre os intervenientes, foi reconstruído com uma solução diferente da proposta de intervenção apresentada no projeto, dando plenas garantias do trabalho executado, com uma solução mais simples e conservadora, e simultaneamente menos intrusiva, sendo o aspeto final, após a intervenção, o que se observa na figura 87.

Figura 87 – Intervenção no Troço 22

5 Conclusões

A presente dissertação teve como principal objetivo explanar de forma criteriosa e cuidada a intervenção a nível estrutural e não estrutural na Fortificação Abaluartada de Campo Maior, considerando-se que o mesmo foi alcançado, com o rigor e o detalhe que merecia.

Esta foi, sem dúvida, uma obra ímpar, de grande interesse, com uma importância significativa sobretudo para os habitantes de Campo Maior que por ela aguardavam há longos anos e que à autora desta dissertação deu muito gosto realizar pela sua imponência e singularidade.

É um grande exemplo que reabilitação de um monumento nacional, com especial preocupação para os materiais e técnicas utilizadas e que pretendeu dignificar e devolver a imponência original à Fortificação Abaluartada de Campo Maior.

Ao desempenhar o papel de Adjunta de Diretor de Obra, a autora da dissertação teve parte ativa em todas as tomadas de decisões, soluções propostas e executadas bem como no debate sobre a intervenção e coordenação dos trabalhos.

A autora aprendeu muito com esta obra de requalificação de património edificado, não se cingindo ao cumprimento do projeto, mas também ao facto de que existiram muitas soluções cuja aplicabilidade necessitavam ser aferidas em obra. Após o início dos trabalhos, as limpezas e o aprofundar do conhecimento sobre o local muitas surpresas se revelaram e condicionaram as decisões tomadas e a soluções a adotar. De referir ainda que foi necessário dar formação aos trabalhadores envolvidos sobre construção em pedra, elementos de taipa, consolidações, pigmentação… trabalhos cujas técnicas já não são muito utilizadas atualmente e se revelaram bastante desafiantes.

Considera-se que foi um projeto desafiante que possibilitou um grande aprendizagem, tendo a autora ganho uma experiência e um gosto especial por intervenções de reabilitação e requalificação de estruturas históricas edificadas. Tais devem ser entendidas hoje como um trabalho singular, que requer conhecimento, estudo e ponderação, mas cujo resultado final, quando alcançado, é sempre gratificante.

A intervenção total ascendeu a 3.100.000,00€ (três milhões e cem mil euros), sendo que a recuperação inerente à magistral importou em 1.803.687,38€ (um milhão oitocentos e três mil seiscentos e oitenta e sete euros e trinta e oito cêntimos).

Considera-se assim que, com o conhecimento por todos apreendido, e o trabalho desenvolvido, se conseguiu requalificar a Fortificação Abaluartada de Campo Maior, devolvendo-lhe a sua forma, apesar de atualmente já não ser necessário cumprir com a função militar que tinha noutros tempos.

E assim se devolveu a majestosidade ao património.

6 Bibliografia

[1] Http://Www.Patrimoniocultural.Gov.Pt/Pt/Patrimonio/Patrimonio-Imovel/Pesquisa-Do-Patrimonio/Classificado-Ou-Em-Vias-De-Classificacao/Geral/View/71110

[2] Http://Www.Monumentos.Gov.Pt/Site/App_Pagesuser/Sipa.Aspx?Id=3756

[3] https://pt.wikipedia.org/wiki

[4] Memória Descritiva e Justificativa da Proposta para Restauro da Fortificação Abaluartada de Campo Maior

[5] Peças desenhadas do Projeto da Fortificação Abaluartada De Campo Maior

[6] ICOMOS - Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitectó*nico*

[7] Biblioteca Digital Real Academia de la História

[8] Relatório final de Conservação e Restauro

[9] Campanha de Prospeção Geológica (Relatório)

[10] Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana – Guia de Inventário — Fortificações Medievais e Modernas. Lisboa: IHRU, 2015, URL:www.monumentos.pt.

7 Anexos

Anexo 1. Planta da Praça de Campo Maior

PLANTA DA PRAÇA DE CAMPO MAIOR
DOMODO QUE AOPREZENTE EXISTE.

1 Porta de S. Pedro.
2 Porta de S.ta Maria.
3 Porta falsa.
4 Balluarte da Comenda.
5 Balluarte de S. João.
6 Balluarte de S.ta Cruz.
7 Balluarte do Cuprel dos Coellos
8 Balluarte de Lisboa.
9 Balluarte de S. Sebastião
10 Balluarte da boa Vista.
11 Balluarte de S.ta Roza.
12 Balluarte de S. Francisco.
13 Balluarte da Fonte do Conchs.
14 Forte de S. João.
15 Revelim da porta de S. Pedro.
16 Revelim do Lago.
17 Revelim da porta de S.ta Maria.
18 Barrete de Schomberg.
19 Revelim da boa Vista.
20 Revelim da porta falsa.
21 Quarteis de S. Francisco.
22 Quarteis de N.ra S.ra da Conceição
23 Quarteis de S. João de Deos.
24 Corpo de guarda do Forte.
25 Corpo de Guarda do Revelim dapo.ta de S. Pedro
26 Corpo de Guarda da Porta de S.t Pedro
27 Corpo de Guarda do Balluarte de S.ta Cruz
28 Corpo de Guarda da Porta de S.ta Maria.
29 Corpo de Guarda do Balluarte de S. Fr.co
30 Armazem das Munições
31 Hospital Real.
32 Matriz.
33 S. Francisco.
34 Mizericordia.
35 Ermida Onde esta S. João Bautista.
36 Igreja do Hospital Real.
37 Igreja E Hospicio dos P.es de S. João de Deos
38 Igreja do Martir S. Sebastião
39 C.el do Castello
40 Castello.
41 Praça projectada
42 Fonte pública.
43 Cavallariça.

Palmos