

CONCURSO PÚBLICO

CP-01/DRCALG/2020

“EMPREITADA DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO DOS MÓDULOS DE TAIPA ALMÓADA DO CASTELO DE PADERNE - FASE 2”

CADERNO DE ENCARGOS

Cláusulas Técnicas

Projeto de Execução

II. Condições Técnicas

II. CONDIÇÕES TÉCNICAS

Índice

1. CONDIÇÕES GERAIS DA OBRA.....	4
1.1. TRABALHOS PREPARATÓRIOS E ACESSÓRIOS.....	4
2. PRESCRIÇÕES GERAIS DOS MATERIAIS	4
2.1. LIGANTES.....	4
2.1.1. <i>Cal Hidráulica</i>	4
2.1.2. <i>Cal aérea em pasta</i>	5
2.1.3. <i>Cal aérea em pó</i>	5
2.2. AGREGADOS.....	5
2.2.1. <i>Areia de rio e de areeiro</i>	6
2.2.2. <i>Pedra calcária ou brita de natureza calcária</i>	6
2.2.3. <i>Pó de pedra (calcário ou outro) / areia branca fina</i>	6
2.2.4. <i>Pó branco silicioso</i>	6
2.2.5. <i>Terra</i>	6
2.3. CANTARIAS (PEDRA DE ALVENARIA)	7
2.4. ÁGUA.....	7
2.5. ARGAMASSAS DE CAL PARA ALVENARIA DE PEDRA.....	8
2.6. MADEIRAS PARA COFRAGENS (TAIPAIS)	8
2.7. AÇO, VARÕES	8
2.8. EQUIPAMENTO DE FURAÇÃO E INJEÇÃO	9
2.9. MATERIAIS DE INJEÇÃO DAS PREGAGENS.....	9
2.10. MATERIAIS NÃO ESPECIFICADOS.....	9
2.11. CONTROLO DE QUALIDADE DOS MATERIAIS	9
3. CONDIÇÕES GENÉRICAS DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS	10
3.1. PROTEÇÃO DO IMÓVEL	10
3.2. LIMPEZA E PREPARAÇÃO DAS SUPERFÍCIES A RECUPERAR.....	10
3.3. REMOÇÃO DE REBOCOS À BASE DE CIMENTO	10
3.4. EXECUÇÃO DE TAIPAS	10
3.4.1. <i>Cofragens</i>	11
3.4.2. <i>Condições das terras. Composição de argamassa de taipa</i>	11
3.4.3. <i>Condições de execução</i>	12
3.5. MODO DE EXECUÇÃO DAS ARGAMASSAS PARA PREPARAÇÃO SUPERFICIAL.....	13
3.6. APLICAÇÃO DE ARGAMASSAS	13
3.7. REFECHAMENTO DE FISSURAS.....	14
3.8. TRABALHOS NÃO ESPECIFICADOS.....	14
4. CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS DA OBRA	14

4.1.	FUNDAÇÃO / REFORÇO DE MURO DE PEDRA	15
4.2.	RESTAURO DE JUNTAS DE ALVENARIA DE PEDRA.....	15
4.3.	LIMPEZA DA ALVENARIA EXTERIOR.....	15
4.3.1.	<i>Limpeza manual de fachadas com escova.....</i>	<i>15</i>
4.3.2.	<i>Limpeza mecânica de fachadas com ar comprimido</i>	<i>16</i>
4.3.3.	<i>Limpeza química de fachadas com biocida e remoção aquosa</i>	<i>16</i>
4.4.	ALVENARIA DE PEDRA. CANTARIAS (MURO DE PEDRA AFEIÇOADA A UMA FACE).....	16
4.5.	REPARAÇÕES DE TAIPA	17
4.5.1.	<i>Reparação profunda (<20 cm). Execução de taipa militar nova</i>	<i>17</i>
4.5.2.	<i>Reparação superficial >20 cm.....</i>	<i>18</i>
4.5.3.	<i>Refechamento de fissuras</i>	<i>19</i>
4.6.	COROAMENTO DO TOPO DAS MURALHAS	19
4.7.	SELAGEM BURACOS AGULHAS	20
4.8.	CONSOLIDAÇÃO PELA SUPERFÍCIE	20
4.9.	HIDROFUGAÇÃO PELA SUPERFÍCIE	20

1. CONDIÇÕES GERAIS DA OBRA

1.1. Trabalhos preparatórios e acessórios

Fazem parte da Empreitada, considerando-se que os respetivos custos estão incluídos no preço do estaleiro do Adjudicatário, os trabalhos preparatórios e acessórios necessários à correta e completa execução dos trabalhos projetados.

O Empreiteiro é o responsável, desde a consignação dos trabalhos à sua receção, por:

- Limpeza do terreno adjacente à obra e todas as zonas afetadas;
- Limpeza da obra durante todas as suas fases;
- Montagem e desmontagem de andaime;
- Proteção e segurança da obra;
- Limpeza dos acessos à obra;
- Sinalização adequada dos trabalhos;
- Vazadouro para todos os lixos;
- Reparação de estragos feitos na construção;
- Limpeza final da obra.

Entende-se por proteção da obra todos os trabalhos que sejam necessários executar devido a quaisquer intempéries ou situações que possam pôr em causa a sua qualidade.

Entende-se por segurança da obra todos os trabalhos que sejam necessários executar para proteger os trabalhadores da obra durante a realização dos trabalhos, os visitantes da construção e a própria construção em todas as ocasiões. A obra só é aceite com as reparações e limpeza efetuadas.

A proposta, mesmo ficando apenas ao título contratual, não prevalecerá em caso algum sobre o estabelecido no caderno de encargos.

2. PRESCRIÇÕES GERAIS DOS MATERIAIS

De uma forma geral, e para facilidade de linguagem, refere-se como materiais os próprios materiais, conjunto de materiais, produtos, elementos, componentes, acessórios e sistemas.

Todos os materiais a empregar serão da melhor qualidade devendo obedecer ao seguinte: às Normas e Regulamentos em vigor no País; Sendo de fabrico português, a Normas internacionais em vigor ou pré-normas europeias, caso não existam Normas aplicáveis no País; Sendo de fabrico que não português, às Normas em vigor no país de origem, caso não existam Normas aplicáveis no País.

Nenhum material pode ser aplicado sem prévia autorização da Fiscalização. O Empreiteiro, quando autorizado pela Fiscalização, poderá aplicar materiais diferentes dos previstos, se a solidez, estabilidade, aspeto, duração e conservação da obra não forem prejudicados e se não houver aumentos dos preços.

O facto da Fiscalização permitir o emprego de qualquer material, não isenta o Empreiteiro da responsabilidade sobre o comportamento desse material.

O preço de qualquer material (ou artigo) engloba sempre: o Fornecimento, o transporte, a colocação, a fixação, os cortes, as dobras, os desperdícios, as sobreposições, a mão de obra e todos os trabalhos inerentes à correta execução dos trabalhos.

2.1. Ligantes

2.1.1. Cal Hidráulica

A cal hidráulica é um produto intermédio entre a cal aérea e o cimento tipo *Portland*, que resulta da calcinação de calcários margosos, com extinção e moagem, a qual, via de regra, se

acrescenta sulfato de cálcio, para regularização de presa.

A cal hidráulica a utilizar deve apresentar as seguintes propriedades:

- Resistência mínima à compressão aos 7 dias: 2 Mpa;
- Teor mínimo de cal total: 45%;
- Teor mínimo de cal livre: 3%;
- Tempo mínimo para início da presa: 60min;
- Expansibilidade máxima: 10mm;
- Módulo mínimo de finura *Blaine*: 6500cm²/g;
- Índice máximo de perda ao fogo;
- Resíduo máximo a 0,090mm: 15%

A cal hidráulica a utilizar, deve ser NHL 2 ou 3,5, de metacaulino, sem adição de sulfato de cálcio, do tipo "*Lafarge*" ou equivalente e conter um baixo conteúdo em sais na argamassa endurecida.

A cal deve ser fornecida em sacos de papel impermeabilizado, com a marca do fabricante e a Marca de Qualidade perfeitamente estampadas.

Após a receção no local da obra a cal não poderá ser armazenada a céu aberto, mas em local protegido das humidades e das impurezas, seco, com ventilação adequada, com cada saco perfeitamente identificado, de forma a permitir fácil inspeção e identificação de cada lote armazenado, excluindo a hipótese de erro.

No ato de aplicação, deverá apresentar-se seca, sem quaisquer vestígios de humidade e isenta de grânulos e impurezas. O conteúdo de um saco em que tal não se verifique será imediatamente retirado do local dos trabalhos. Será igualmente rejeitado toda a cal contida em sacos abertos ou com indícios de violação.

2.1.2. Cal aérea em pasta

Cal aérea em pasta de origem calcária (CL90 SPL). A cal deverá ser de boa qualidade, extinta por imersão em tanques e apresentar as seguintes características: ser bem cozida, sem cinzas, matérias terrosas, fragmentos de calcário cru ou recozido e isenta de quaisquer outras impurezas; após a extinção ser isenta de fragmentos resultantes de deficiente cozedura do calcário.

A cal deve ser trabalhada sem nova adição de água. O tempo de hidratação da cal deve ser o mais prolongado possível, estabilizando o seu empacotamento, pelo que ao iniciar-se a obra deve ser adquirido todo o material e armazenado convenientemente, para ser utilizado no decurso da obra.

2.1.3. Cal aérea em pó

Cal aérea em pó de origem calcária branca (CL90 S) - a cal aérea deverá ser do tipo "*Lusical*" hidratada, sendo o mesmo processo de cozedura e extinção usado para a cal em pasta, só podendo ser aplicada 24 horas depois de extinta. O produto obtido deve ser guardado em locais fechados, de modo a não ficar exposto a ação dos agentes atmosféricos.

2.2. Agregados

Os agregados a utilizar deverão assegurar as resistências especificadas, adequada trabalhabilidade e durabilidade às argamassas com eles confeccionadas, devendo ser limpos, isentos de terras e não deverão conter, em quantidades prejudiciais, películas de argila ou qualquer outro revestimento que os isole dos ligantes, partículas moles, friáveis ou demasiado finas, matéria orgânica ou outras impurezas.

2.2.1. Areia de rio e de areeiro

Devem ter as seguintes características: estarem limpos e isentos de sais, argilas, matérias vegetais ou outras substâncias que as isolem do ligante e prejudiquem a adequada trabalhabilidade, resistência e durabilidade das misturas com eles confeccionadas; quando necessário serão lavados e peneirados, se assim o exigir o Dono da Obra.

As areias devem ser sempre armazenadas de forma abrigada, mantendo o seu estado de humidade superficial, evitando que a variação desta origine a necessidade de correção da quantidade de água de amassadura a empregar na composição das argamassas.

Atendendo à diversidade dos agregados, a opção definitiva das areias será feita após análise do comportamento das argamassas aplicadas em painéis experimentais. A areia de rio e de areeiro, deverá ter grão anguloso que seja áspero ao tato.

2.2.2. Pedra calcária ou brita de natureza calcária

Pedra calcária ou brita de natureza calcária a ser utilizada nas misturas para a confeção das taipas deve registar uma baixa presença de material argiloso. A rocha a empregar para a preparação da alvenaria de taipa deve ser calcário da região, poroso, de cor castanha.

Só se empregará gravilha/brita selecionada de diâmetro 15/25 mm. Perfeitamente limpa e uniforme durante o desenvolvimento da obra.

2.2.3. Pó de pedra (calcário ou outro) / areia branca fina

Para consolidação de pequenas aberturas o pó de pedra de calcário deve ter grão inferior 0.1 mm. Na consolidação de aberturas maiores o pó de pedra deve ter um grão inferior a 1 mm.

2.2.4. Pó branco silicioso

Pó Branco Silicioso, do tipo do empregue na produção do vidro, com granulometria entre os 0 e os 1 00 µm.

2.2.5. Terra

As taipas de terra estabilizada têm como elemento fundamental a terra natural que se pretende estabilizar. No caso de Paderne esta terra deve ser autóctone, obtida preferentemente em pedreiras e depósitos próximos. Portanto, esta condição original a faz preferível a qualquer outra de cor, textura e composição similar.

Estas condições genéricas são:

- Limitado teor de argila (<30%) em níveis máximos para a execução de taipal e, portanto, manejável em estado seco;
- Teor de areia superior a 35%;
- Limpa, com apenas troços de matéria orgânica e distribuição uniforme de partículas ou coloides de argila;
- De cor avermelhada, proveniente dos sais ferruginosos consequência da decomposição da rocha original predominante na zona.

A sua extração das pedreiras deve fazer-se como mínimo dois meses antes de serem utilizadas, para amadurecimento da plasticidade dos minerais argilosos e alguma decomposição de matéria orgânica residual, mesmo que este procedimento não ocorra imediatamente na pedreira de extração, deve ao menos garantir-se um arejamento mínimo.

Durante o seu armazenamento a pé de obra, que se fará em quantidades que superem a cubicagem estimada para cada período de três meses de execução de obra, deverá proteger-se com plásticos e manter-se sem misturar com os restantes ingredientes

Nas taipas, como agregado, pode ser utilizado material proveniente do derrube das muralhas, liberta de substâncias orgânicas e partida na granulometria apropriada.

Deverão ser realizadas análises sumárias à terra para verificar a sua granulometria e composição química, a fim de proceder com precisão às percentagens dos vários materiais, adequadas a cada caso, para a composição das argamassas.

2.3. Cantarias (Pedra de alvenaria)

A pedra a utilizar nestas obras dividem-se em dois tipos ou classes:

- As de alvenaria, não faceadas (pedra partida), que se emprega no conserto de alicerces, enchimentos, etc. São peças de pedra natural calcária procedentes de pedreiras da região. As pedras, em bruto adaptam-se umas às outras, em diferentes tamanhos, colmatando os espaços vazios de modo a minimizar o enchimento com argamassa;
- As de alvenaria de pedra afeioadas a uma ou duas faces de tamanho médio que possam ser manejadas por um só homem (uns 10 Kg.) que se empregarão nos paramentos visíveis, especialmente nos socos de embasamento. As pedras lavram-se, unicamente, na face destinada a formar o paramento exterior.

Condições exteriores:

A pedra a empregar nesta obra deverá ser da mesma natureza à existente, de feição mineral, cor e textura análoga. Em qualquer caso, o tratamento mecânico do afeioamento deverá permitir a sua identificação macroscópica e diferenciação em relação às peças originais, sempre dentro de uma intencionalidade cromática e textural semelhante à existente.

As pedras serão compactas, homogéneas e tenazes sendo preferíveis aquelas que carecem de fendas, zonas ocas, restos orgânicos, nódulos, zonas brandas, etc.

As pedras deverão ter fácies microcristalinas, devendo resistir bem à ação dos agentes atmosféricos. Apresentarão boas condições de aderência para as argamassas.

As pedras deverão apresentar-se limpas de barro, gesso ou de qualquer matéria estranha que possa dissimular seus defeitos.

A utilização dos elementos líticos deverá ser sujeita a aprovação da fiscalização, em obra, mediante apresentação de uma amostra da pedra natural, completamente terminada e de forma e dimensões semelhantes às que serão empregues na obra, a fim de comprovar-se se as suas características aparentes correspondem com as definidas no projeto.

2.4. Água

A água a utilizar na obra, para a confeção das argamassas, deverá ser doce, limpa e isenta de matérias estranhas em solução ou suspensão, com particular relevo para substâncias orgânicas, cloretos ou sulfatos em percentagens prejudiciais, bem como, óleos ou outras impurezas.

Deverá ser armazenada e transportada em recipientes devidamente limpos. Poder-se-á aceitar como utilizável a água que, empregue em obras anteriores, não tenha produzido eflorescências nem perturbações no processo de presa e endurecimento das argamassas.

Se não houver antecedentes sobre a sua utilização ou em casos de dúvida, a água será analisada devendo os resultados obtidos satisfazer os limites indicados na NP ENV 206.

A Fiscalização poderá aprovar previamente a proveniência da água sempre que não se cumpra o preceituado na cláusula geral.

2.5. Argamassas de cal para alvenaria de pedra

Denomina-se argamassa à mistura plástica de diferentes agregados com um ligante resultando numa reação química capaz de endurecer mais ou menos rapidamente, seja ao ar, seja na água, aderindo-se fortemente aos materiais que pretende unir.

Dosificação:

A determinação das quantidades ou proporções que devem entrar nos distintos componentes para formar as argamassas será fixada em cada caso pela Direção Técnica, e uma vez estabelecidas as ditas quantidades, não poderão ser variadas em nenhum caso pelo empreiteiro.

Para a determinação da dosificação deverá ter-se em conta, como princípio geral, que devem ser compatíveis e de igual ou menor resistência que os materiais a unir e/ou que os materiais originais das zonas vizinhas. Como fórmula genérica, propõe-se a seguinte composição em volume:

	Cal kg	Areia m ³	Água m ³
Tipo 1:3	240	1,050	0,275

Condições gerais:

A confeção das argamassas deverá ser realizada em área coberta para evitar que o estado higrométrico do ar as possa alterar, por excesso ou por defeito, a proporção de água na formulação da argamassa.

As argamassas deverão estar perfeitamente amassadas, seja à máquina ou manualmente, de a se obter uma mistura homogénea e a sua consistência seja de uma pasta branda e pegajosa sem apresentar, nas argamassas de cal, partes brancas ou grumos que possam desencadear futuros fenómenos de portlandite.

2.6. Madeiras para cofragens (taipais)

Entre os meios auxiliares específicos do taipal cabe destacar as caixas de cofragem e os maços de compactação que se ajustarão ao especificado nos planos de detalhe.

Os maços serão tradicionais, de secção retangular para a compactação geral e triangulares para a compactação próxima ao taipal a conservar e para zonas de difícil acesso, não excluimos o recurso a elementos metálicos.

As madeiras a empregar nas cofragens deverão encontrar-se em bom estado de conservação, isentas de nós, fendas ou falhas que possam comprometer a sua durabilidade e resistência.

Pelas várias marcas verticais e horizontais existentes nos níveis de taipa pressupõe-se que o comprimento dos taipais empregues na construção das muralhas era de cerca de 2,50 m e de altura 85 cm, medidas que após confirmação deverão ser respeitadas para a execução da taipa nova militar.

2.7. Aço, Varões

Os varões utilizados nas armaduras das pregagens e grampos deverão ser de aço inoxidável, de acordo com o indicado no projeto: AISI 304 X5CrNi18-8 UNE1.4310 austenítico, laminado a quente e nervurado.

As emendas deverão ser reduzidas ao mínimo necessário e serão constituídas por soldadura. O comprimento efetivo de amarração de cada varão deverá ser adequado a cada caso.

2.8. Equipamento de furação e injeção

A furação a realizar para a execução das pregagens deverá ser realizada utilizando equipamento que perfure a alvenaria, exclusivamente, a rotação adequada que minimize o *stress* mecânico sobre as zonas vizinhas e que garanta a manutenção dos alinhamentos previamente definidos.

2.9. Materiais de injeção das pregagens

As selagens das pregagens serão executadas por meio de injeção.

O material das selagens será constituído por calda de argamassa pré-doseada com agregados selecionados e outros constituintes, não retráctil, conforme especificado pelo fabricante do sistema de pregagens.

2.10. Materiais não especificados

As características dos materiais não especificados serão propostas pelo Empreiteiro à Fiscalização, que se reserva o direito de os não aceitar, se entender que os mesmos não satisfazem os fins em vista.

Os materiais não especificados, que eventualmente venham a ser empregues na obra, deverão cumprir o disposto na cláusula geral.

Todos os materiais deverão ser fornecidos acompanhados dos respetivos documentos de homologação, certificados de garantia, especificação do fabrico, composição e condições de armazenagem. A critério do dono da obra e sob encargo do empreiteiro, poderão ser submetidos a ensaios especiais para verificação das suas características, reservando-se o dono da obra o direito de indicar para cada caso, as condições a satisfazer.

2.11. Controlo de qualidade dos materiais

O Empreiteiro obriga-se a mostrar previamente à Fiscalização amostras dos materiais a empregar acompanhadas de certificados de origem. Os ensaios de controlo de qualidade de todos os materiais empregues deverão ser efetuados a cargo do Empreiteiro, num laboratório escolhido por este e aceite pela Fiscalização, segundo as Normas e Regulamentos aplicáveis, quando tal lhe for exigido pela Fiscalização.

Serão mantidas no estaleiro, confiados à guarda da Fiscalização, as amostras dos materiais já aprovados que servirão de padrão.

Além dos ensaios previstos, poderá a Fiscalização sempre que julgue conveniente, mandar realizar ensaios para verificação da qualidade dos materiais. Em particular, a Fiscalização reserva-se o direito de, durante a execução dos trabalhos, e sempre que o entender, tomar novas amostras e mandar proceder de sua conta a análises, ensaios e provas em laboratórios oficiais, promovendo as diligências necessárias para verificar se se mantêm as características.

O Empreiteiro obriga-se a ceder gratuitamente as amostras de materiais para efeitos de ensaios e a facilitar a colheita das mesmas. As amostras serão sempre tomadas em duplicado e terão as indicações necessárias à sua identificação. O disposto neste artigo não diminui a responsabilidade que cabe ao Empreiteiro na execução da obra e cumprimento dos prazos aprovados.

Para a aprovação dos materiais deverá o Empreiteiro preencher uma ficha própria, anexando toda a documentação que lhe diga respeito, bem como, homologações e certificados de qualidade. A aprovação dos materiais só será efetiva depois das fichas assinadas pela Fiscalização.

Todos os custos relativos à recolha e preservação das amostras indicadas neste caderno de

encargos, bem como, todos os custos dos respetivos ensaios deverão estar incluídos nos preços dos artigos.

No que respeita às taipas, durante a execução das obras, serão realizados os seguintes controlos:

- Ensaios de granulometria das taipas novas e das originais definindo:
 - Teor de argilas e siltes, em %;
 - Teor de areia, em %;
 - Granulometria dos agregados e sua natureza;
 - Estado da cal (avaliação da sua carbonatação);
 - Índice de plasticidade, em %;
 - Definição dos limites plástico e líquido;
 - Teor máximo de humidade (%) por ensaio proctor.

Estes dados se darão em dois grupos de amostras durante o desenvolvimento da obra e relativos a ambas taipas (nova e velha), dispostos em quadros comparativos.

3. CONDIÇÕES GENÉRICAS DE EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

Todos os trabalhos devem ser executados de acordo com os pormenores especificados e dentro dos desvios permitidos na regulamentação nacional ou internacional aplicável.

Todos os trabalhos devem ser executados por pessoal especializados e com formação específica.

O Empreiteiro deverá empregar pessoal devidamente qualificado e experiente para a direção de obra.

Devem ser tomadas medidas eficazes de proteção durante a aplicação dos produtos químicos.

3.1. Proteção do imóvel

O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da fiscalização ou do dono da obra um sistema de telas amovíveis que protejam as áreas de aplicação recente de argamassas e taipas, na situação de previsão ou ocorrência de precipitações elevadas ou sol intenso, durante os trabalhos e no período dos três meses posteriores a aplicação daquelas.

3.2. Limpeza e preparação das superfícies a recuperar

O revestimento da taipa pressupõe sempre a limpeza de todos os materiais não aderentes ou pulverulentos, nas superfícies deverá ser utilizado meios manuais e ferramentas ligeiras, vassouras, pincéis, escovas, etc., complementado com jato de ar com uma pressão compatível à resistência da mesma tendo em vista a remoção de impurezas, partículas soltas ou depósitos de qualquer tipo.

3.3. Remoção de rebocos à base de cimento

A remoção será manual com utilização de uma ferramenta ligeira de modo a não danificar o suporte existente.

3.4. Execução de taipas

Pretende-se que a sua execução corresponda à utilização dos métodos tradicionais, considerando a aplicação e uso dos seguintes elementos: taipais, agulhas, costeiras, barço, garrocha, frontal e côvos.

3.4.1. Cofragens

Para construir taipas de terra, o primeiro passo é a provisão dos meios auxiliares específicos que são a cofragem, taipal e os maços de compactação, segundo fica explicado graficamente na documentação gráfica para definir a sua correta fabricação.

O taipal consiste num tabuleiro de 2,50 m de largura e entre 0,80 e 0,90 m de altura, formado por tábuas de pinho de 2,5 cm de espessura sujeitas a três travessas metálicas verticais mediante passadores roscados para o exterior. Nas travessas se soldarão, no nível superior e inferior, umas guias metálicas para disposição do travamento horizontal.

As tábuas devem ser polidas no interior para evitar irregularidades.

O maço é uma peça prismática de madeira. É conveniente que se fabrique de uma madeira dura, como o carvalho, e que as fibras da peça resultem ortogonais ao plano de compactação. Como cabo se usarão os habituais para ferramentas desta tipologia, a sua altura é variável e adequada à comodidade do operário. O batimento das terras executa-se por camadas de 10 a 15 cm de altura.

Em geral, com duas pranchas forma-se a caixa garantindo-se a sua imobilidade mediante agulhas, cordas, escantilhões, etc.

Neste caso particular, estamos perante uma taipa militar histórica de grande espessura onde há que renovar ou repor só a capa externa, que normalmente alcançará 50 cm de espessura.

Esta condicionante altera, neste caso concreto, a forma tradicional de execução em obra, o taipal funciona como cofragem de uma só face, para sustentação das cargas no novo preenchimento.

Por outro lado, haverá que solucionar, os possíveis problemas de aderência na interface que podem produzir-se entre o núcleo interior e a renovada taipa exterior.

Da definição concreta das zonas de intervenção e do resultado das análises propostas, será definido o método de execução para cada caso.

3.4.2. Condições das terras. Composição de argamassa de taipa

A composição da mistura de terra que se verte no taipal tem um papel fundamental, ainda que não exclusivo, na construção das taipas. Deve ter argila suficiente para cumprir o papel de aglomerante, mas ao mesmo tempo, este conteúdo deve ser limitado para evitar fissuras por retração.

A dosagem proposta é de carácter orientador, pois dependerá das características da terra a utilizar. Em função da natureza mais ou menos argilosa da terra disponível se ajustará os coadjuvantes para a composição definitiva.

Misturar-se-á a terra com a areia na dosagem de modelização sugerida, que supõe misturar 7/12 do volume total.

A esta mistura acrescenta-se, depois, a gravilha/brita até alcançar 10/12, uma vez misturada se unirá com a cal perfazendo 100% do volume total. Para trabalhabilidade na amassadura e aplicação deverá juntar-se a parte de água necessária.

A quantidade de água será a definida em obra, mediante apresentação de provete fresco, e conferindo à mistura humificação suficiente para melhorar as características de plasticidade, mas que não permita formar um rolo superior a 10 cm de largo, na pasta sem grãos. Amassada uma porção com a mão, a bola formada não deve desagregar-se ao cair ao solo.

A água poderá ser coadjuvada com aditivos. O recurso a hidrofugantes diminui a absorção de água e a erosão hídrica, ao mesmo tempo que aumenta a resistência à compressão e a dureza superficial.

Por razões de rapidez de execução sugere-se o uso da betoneira, todavia deve ser de tambor fixo e palhetas rotativas.

No amassamento a argamassa obtém, então, uma tonalidade de terra parda escura, onde se destaca o brilho do grão. Na mistura final, em nenhuma circunstância, deve ser visível traços brancos de cal, já que isso suporia uma má execução da argamassa.

A quantidade de argamassa de terra deverá ser realizada em função do material que, efetivamente, se possa compactar em cada período de jornada de trabalho, sem que se possa utilizar a mistura de um dia para outro, a sobejante deverá seguir para vazadouro.

O volume de argamassa de cada jornada corresponderá com o número de camadas efetivamente executáveis durante esta. Como as caixas desenhadas têm 2,50 m de largura e a sua profundidade oscila entre 0,50 m, supõe-se que para cada camada de 10/15 cm de altura cúbica, uma média de 0,18 m³ ou 180 L, o que supõe nove baldes encheidos de mistura por camada. Cada caixa se completa até uma altura de 0,85 m com 10/12 camadas, pelo que sua execução exige um mínimo de 1500L de mistura.

Indicadores de composição para argamassa de taipa:

Considerando a fase 1, de intervenção na torre albarrã, temos como referência piloto a modelização de argamassas de terra para execução de taipa e preenchimento de lacunas com as seguintes dosagens, em volume, aprovadas pela fiscalização em obra:

Detritos da zona das pedreira do Escarpão (*tout venant* com minerais argilosos) - 4

Britas, com cor consonante - 3 (na razão da variação granulométrica de 2 volumes de brita 1, para 1 volume de brita 2)

Areia de Santa Margarida - 5

CL 90 SPL - 2

NHL - 1

A modelização da argamassa é expressa num traço volúmico de 1:4.

3.4.3. Condições de execução

Em caso de intempérie, com chuva, durante a execução de obra, deverá proteger-se todas as superfícies.

Não se deverá executar misturas, nem taipas, enquanto chova. Se a previsão meteorológica implicar continuidade das chuvas ou exista perigo de precipitação torrencial, deverá interromper-se a execução em obra, podendo estes trabalhos serem substituídos por outros trabalhos, como, aprovisionamentos, etc. Dada a experiência dos últimos anos, pôr-se-á especial cuidado na prevenção dos elementos expostos em obra relativamente às chuvas torrenciais que possam produzir-se entre 15 de Outubro e 15 de Janeiro do ano de execução.

Durante o estio, proteger-se-á a obra contra a forte desidratação, regando-se as faces executadas, até, inclusive, um mês depois de sua execução, protegendo-se com esteiras ou telas do excessivo aquecimento solar, mas não com plásticos. A regas deverão realizar-se antes das 08h00 e/ou depois das 19h00 de cada dia.

Para adesão interfacial da taipa a metodologia será a seguinte:

- A reconstrução da face começa saneando-se a zona a tratar eliminando mecanicamente a capa superficial desagregada até conseguir uma textura consistente no núcleo;
- Para garantir a aderência se disporá em triângulos (quincôncio) uns grampos de aço

inoxidável austenítico nervurado AISI 304 em forma de U convenientemente distribuídos. Estes grampos introduzem-se nos furos previamente executados que se enchem com uma calda fluida de uma argamassa especial à base de HNL, com agregados selecionado e sílica reativa, tudo isto com o objetivo de garantir a fixação ao núcleo da nova argamassa de terra. Dispor-se-á, também, na metade do plano uma varinha longitudinal para prevenir possíveis fissuras verticais;

- Executadas estas operações prévias, dispõe-se a caixa de cofragem de madeira de pinho adaptado ao módulo sobre agulhas dispostas a cada 80 cm, segurando-a à parede mediante parafusos rosca sem fim, verificando a sua estanquicidade e indeformabilidade. As agulhas deverão ser submersas em água durante 24 horas, previamente à sua colocação em obra;
- Formada a caixa, verte-se a mistura procurando uma consistência plástica que se compacta por camadas de espessura final aproximada de 10 cm.

O golpe de maço será enérgico e constante, baixando-se o maço desde uma altura superior à cabeça do operário e conduzindo-o com as duas mãos até bater com a com a superfície de terra, de forma que as mãos fiquem então à altura da cintura. Esta questão é fundamental para uma boa execução, já que estas taipas de Paderne não se vão ser compactadas de dentro da caixa como deveria ser, mas por fora, desde o plano de trabalho do andaime, que deverá, portanto, situar-se sempre à medida conveniente para cada taipa.

O golpe de maço distribui-se dentro da caixa aumentando a força que se imprime segundo se vá compactando a massa, golpeando-se progressivamente desde os extremos até ao centro e vice-versa, para terminar aumentando a compactação deverá repetir-se a operação, novamente, desde os extremos até ao centro.

As restantes especificações de esta unidade, serão decididas na obra pela direção de obra, devendo ter-se em conta que uma execução incorreta poderá ser causa imediata de resolução do contracto de obras.

3.5. Modo de execução das argamassas para preparação superficial

Como fórmula genérica, propõe-se como dosificação, 1 de cal, 1 de terra, e 3 de areia, dependendo das características da terra empregada. A mistura dos materiais será executada com a adição mínima de água. Todavia, considerando a fase 1, de intervenção na torre albarrã, temos como referência piloto a modelização de argamassas de terra para execução de taipa e preenchimento de lacunas com as seguintes dosagens, em volume, aprovadas pela fiscalização em obra:

Detritos da zona das pedreira do Escarpão (*tout venant* com minerais argilosos) – 4

Britas, com cor consonante – 3 (na razão da variação granulométrica de 2 volumes de brita 1, para 1 volume de brita 2)

Areia de Santa Margarida – 5

CL90 SPL – 2

NHL – 1

A modelização da argamassa é expressa num traço volúmico de 1:4.

3.6. Aplicação de argamassas

As argamassas deverão ser executadas e aplicadas em condições atmosféricas amenas procurando-se garantir que após a sua aplicação deverão estar protegidas das chuvas e sol intensos 2 a 3 meses, sendo necessário tapá-las.

A argamassa deverá ser projetada com vigor sobre o suporte de modo a ficar bem aderente e de modo a que se obtenha uma rugosidade de superfície necessária a aderência da camada seguinte.

Quando da aplicação de qualquer das camadas, a anterior deverá ser leve e uniformemente

humedecida por aspersão. Entre a aplicação de 2 camadas sucessivas haverá um tempo mínimo de secagem, para que a camada precedente tenha sofrido a parte principal da retração de secagem.

Após aplicação das várias camadas de argamassas, as superfícies não devem ficar expostas a elevadas temperaturas, podendo ser necessário humedecê-las na fase de endurecimento para evitar fissurações.

Antes de se concretizar a aplicação definitiva dos diferentes tipos de argamassa deverão ser executados testes de ensaio para verificação da sua exequibilidade.

Dispor-se-ão ganchos de aço inoxidável para melhorar a aderência quando a espessura ou as características do pano o requirem. Pontualmente pode ser necessário encofrar estas zonas.

3.7. Refechamento de fissuras

Esta solução consiste na aplicação de uma calda fluida (hidráulica), para preencher cavidades interiores, sejam elas fissuras ou vazios.

A granulometria das caldas de injeção depende da dimensão das fendas ou vazios. Em geral, é usada uma calda de ligante com água sem areia. No entanto, se os vazios são de grande dimensão, é preferível uma argamassa de consistência fluída.

Em estruturas antigas, as caldas inorgânicas, isentas de cimento tipo *Portland*, como a cal hidráulica, devem ser preferidas por razões de compatibilidade com as argamassas existentes.

As pregagens podem ser utilizadas para melhorar ligações estruturais (pregagem costura). Entende-se como pregagem a utilização de uma solução mecânica para reforçar ou promover a ligação entre elementos que se pretendam colaborantes. Consiste na colocação de barras metálicas, varões de aço inoxidável, em furos de pequeno diâmetro, previamente abertos, que cruzam os elementos a reforçar. Após o posicionamento dos reforços, os furos são selados com caldas de injeção apropriadas.

A ancoragem/fixação das pregagens pode fazer-se com a selagem dos furos com argamassas adequadas.

3.8. Trabalhos não especificados

Para a limpeza da vegetação superior parasitária deverão ser utilizados produtos herbicidas sistémicos, com tempos de cura apropriados para completa inatividade ao nível das raízes.

Os produtos herbicidas, deverão ser selecionados tendo em vista diminuir a sua interação com a superfície e a estrutura de taipa; o tipo, a concentração e o método de aplicação daqueles está sujeita a ensaio e sequente aprovação do dono da obra ou da fiscalização.

A retirada das plantas deverá ser feita por processos manuais, com corte rente à superfície, minimizando os efeitos de *stress* mecânico de eventual desagregação da taipa, na qual se inserem as raízes profundas.

4. CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS DA OBRA

No âmbito da conservação e restauro identificam-se, nas muralhas, seis tipos diferenciados de intervenções:

- Restauro / reconstrução do embasamento de pedra;
- Limpeza da alvenaria exterior;

- Restauro de juntas da alvenaria;
- Reparações de taipa;
- Coroamento do topo das muralhas;
- Consolidação pela superfície;
- Hidrofugação pela superfície.

4.1. Fundação / reforço de muro de pedra

Para apoio das diferentes operações de restituição, propostas no embasamento da muralha, está previsto um reforço da cimentação, entendida como um prolongamento das suas paredes mestras, pelo que algumas das técnicas referidas, especialmente de alvenaria de pedra bruta ou partida, podem, também, aqui ser utilizadas.

São de aplicação nos paramentos situados baixo da rasante do terreno, portanto, todos os movimentos de terras inerentes a estas operações contarão com seguimento arqueológico.

4.2. Restauro de juntas de alvenaria de pedra

Nas zonas de restauro das juntas de pedra só serão preenchidas após limpeza geral com jato de ar comprimido a baixa pressão.

As argamassas devem ser removidas da junta manualmente, até à profundidade onde não se encontrem afetadas, com um mínimo de 25 mm ou a sua espessura. As juntas deverão ser refechadas com argamassa de ligante NHL, de metacaulino, em profundidade, e de CL na superfície, com agregados de areias siliciosas, lavadas, com curva granulométrica adaptada à localização pretendida, ao traço 1:3.

A alvenaria de pedra deverá ser reconstruída de acordo com os desenhos e conforme as existentes, com pedra calcária argamassada, semelhante à existente.

As rochas que formam as juntas devem ser humedecidas, antes de serem preenchidas com argamassa.

4.3. Limpeza da alvenaria exterior

Em termos gerais e em função das características e estado de conservação dos paramentos prescrevem-se trabalhos de limpeza como regra geral.

A limpeza é um elemento importante em todo processo de restauração. Em geral são preferíveis procedimentos manuais não agressivos. Contemplam-se três tipos de limpeza que se aplicarão durante o decurso da obra.

4.3.1. Limpeza manual de fachadas com escova

Limpeza a seco de fachada de argamassa em estado de conservação regular, através de escovagem manual com escova suave, removendo as camadas superficiais pulverulentas, eliminação prévia de concreções, detritos e material dissonante. Inclui armazenamento, remoção e carga de entulho e restos gerados para camião ou contentor, considerando um grau de complexidade médio.

Escovagem manual da superfície do suporte. Remoção e acumulação dos restos gerados. Carga dos restos gerados sobre camião ou contentor.

4.3.2. Limpeza mecânica de fachadas com ar comprimido

Limpeza mecânica a seco de fachada de argamassa em estado de conservação regular, através da aplicação de ar comprimido até eliminar o pó, as partículas aderentes e os detritos existentes, aplicando o tratamento por faixas horizontais completas, como consolas, cornijas e saliências. Incluindo programação de ensaios prévios necessários para ajustar os parâmetros da limpeza e evitar danos nos materiais, transporte, montagem e desmontagem de equipamentos; inspeção geral da fachada e eliminação daqueles elementos que possam desprender-se; armazenamento, remoção e carga de restos gerados para camião ou contentor; considerando um grau de complexidade médio.

Montagem e preparação do equipamento. Realização de ensaios para ajuste dos parâmetros de limpeza. Aplicação mecânica do jato de ar comprimido. Desmontagem do equipamento. Limpeza da superfície suporte. Remoção e acumulação dos restos gerados. Carga dos restos gerados sobre camião ou contentor.

4.3.3. Limpeza química de fachadas com biocida e remoção aquosa

Depois dos trabalhos preliminares da limpeza das superfícies dever-se-á aplicar um biocida com vista a eliminar toda a atividade biológica.

Limpeza química da fachada de argamassa em estado de conservação regular, através da aplicação com escova sobre as zonas mais escurecidas de uma solução aquosa de biocida de amónia quaternária a 3%, com um tempo de atuação segundo indicação do fornecedor, enxaguamento abundantemente com de água corrente a baixa pressão, a operação poderá ser repetida até eliminação completa dos fungos, algas e bolor da superfície do suporte, começando pelas zonas mais altas, aplicando o tratamento em faixas horizontais completas. Incluindo programação de ensaios prévios necessários para ajustar os parâmetros de limpeza e evitar danos nos materiais, transporte, montagem e desmontagem de equipamentos mecânicos; eliminação dos fungos formados em consolas, cornijas e saliências; armazenamento, remoção e carga de restos gerados para camião ou contentor; considerando um grau de complexidade médio.

Montagem e preparação do equipamento. Realização de ensaios para ajuste dos parâmetros de limpeza. Aplicação com broxa ou atomizador do produto fungicida. Limpeza da superfície do suporte com água corrente a baixa pressão. Desmontagem do equipamento. Remoção e acumulação do material excedente e dos restos gerados. Carga do material excedente e dos restos gerados para camião ou contentor.

A eliminação das zonas com manchas negras deve ser feita com recurso a métodos de limpeza mecânicos não agressivos, utilizados em fachadas de edifícios (água nebulizada, escovas macias de pelo natural, detergentes neutros, etc.).

4.4. Alvenaria de pedra. Cantarias (muro de pedra afeiçoada a uma face)

Execução de muro de pedra afeiçoada a uma face à vista, de calcário, com as faces de paramento trabalhadas em forma poligonal, assentes com argamassa de cal (1:3) e enchendo as juntas com argamassa fina, em muros de espessura variável, até 50 cm. Inclusive preparação de pedras, assentamento, juntas, elementos para assegurar o travamento do muro longitudinalmente, ângulos, esquinas, assentamento e enchimento das juntas.

As pedras serão trabalhadas e manter-se-ão húmidas até a sua colocação em obra. Assentar-se-ão sobre uma base de argamassa de cal, devendo ficarem enlaçadas em todos os sentidos. Os buracos que fiquem na parede deverão ser preenchidos com pedra de menor tamanho; as

quais se cunharão com força de forma que o conjunto fique maciço e que aquela resulte suficientemente travado.

Depois do assentamento dos elementos pétreos, golpear-se-á para que a argamassa reflua. Deverá conseguir-se que as pedras em distintas fileiras fiquem bem enlaçadas no sentido da largura do muro; evitando que este fique dividido em folhas no sentido da espessura; levantando-se a fiada de alvenaria interior sempre em simultâneo com a do paramento, executando-se por camadas normais na direção das pressões a que está submetida a parede.

A alvenaria deverá ser executada por fileiras sensivelmente horizontais, mas sem afagamento da argamassa, deixando excessos para melhorar o enlace com a fileira seguinte. A parede estará preparada de forma que se consiga o mínimo de volume de argamassa possível, sem que fiquem buracos por encher, nem existirão juntas descontínuas em nenhuma direção.

Os paramentos se executarão com o maior esmero, de forma que a sua superfície fique contínua e regular.

As juntas deverão ficar cheias de argamassa de cal, no paramento da obra.

Durante o período de cura da argamassa esta deverá manter-se humedecida.

Em caso de geadas se suspenderão os trabalhos de construção de alvenaria e se protegerão as paredes recém construídas, com lonas ou outros meios que não prejudiquem a carbonatação da argamassa. Estará proibido o uso de papel para estas coberturas de proteção.

Uma vez terminada a execução da parede de alvenaria serão limpos os paramentos na face e, caso seja necessário, rejuntadas com argamassa todas as juntas que tenham ficado deficientemente executadas, com fendas, retirando-se os excessos de argamassa. Deverão, igualmente, ser retiradas todas as pedras que estejam salientes em relação ao plano, seja por imperfeições na colocação destes elementos na construção parietal, seja por deficiente preparação do afeiçoamento. Todos estes elementos retirados carecem de ser corrigidos e recolocados.

Quando a espessura do muro seja inferior a 60 cm colocar-se-ão pedras de suficiente espessura para atravessá-lo numa só fiada de forma que exista ao menos uma destas peças por cada metro quadrado. Se a espessura é superior se alternarão entre pedras grandes e pequenas, para conseguir uma travação perfeita.

Salvo que a Direção Técnica disponha o contrário, o empreiteiro é obrigado a deixar na parede agulheiros ou orifícios, regularmente dispostos, para facilitar a evacuação da água do tardo, à razão de um por cada 4m² de paramento.

4.5. Reparações de Taipa

O grau de deterioração das superfícies de taipa é variável, portanto a técnica operativa para a sua consolidação dependerá de cada caso.

4.5.1. Reparação profunda (<20 cm). Execução de taipa militar nova

Nos locais onde está prevista a execução de nova taipa militar os procedimentos devem respeitar as técnicas tradicionais, nomeadamente no que concerne à seleção e mistura das terras, areias e cal e, também, no que concerne ao ritmo e cadencia do apisoamento e tempos de secagem. Atenção especial deverá ser dada à fixação e escoramento dos taipais no decurso destes trabalhos.

Para os muros de taipa, o módulo a utilizar deverá corresponder aos originais existentes que, regra geral, coincidem com o côvado almóada de 42 cm. A altura do taipal é de dois côvados por seis de comprimento.

No caso de taipa de duas faces, não existe qualquer problema, forma-se a caixa com dois painéis e para garantir a sua imobilidade o uso de agulhas, tubos, cunhas, etc.

Neste caso particular, encontramos-nos com uma taipa militar de grande espessura onde em determinadas zonas do pano há que renovar ou reintegrar só a camada externa, que normalmente alcançará quando muito 50 cm de espessura.

No último caso, altera nesta circunstância o modo tradicional de trabalhar, pois aqui é apenas possível fazer cofragem de um lado, o que advém, para além de uma escolha cuidadosa das condições da terra, solucionar os possíveis problemas de aderência interface que podem ocorrer entre o núcleo interno e parede exterior renovada.

Para assegurar uma melhor aderência de taipa militar nova à taipa original, poder-se-á recorrer a microancoragem.

Para a reintegração dos panos de taipa de uma face a metodologia é a seguinte:

- O restabelecimento do pano começa limpando e saneando a zona a tratar eliminando manualmente a camada superficial desintegrada, o mínimo imprescindível, até conseguir uma textura consistente no núcleo;
- Consolidação superficial do suporte através da aplicação de uma calda de cal hidráulica;
- A seguir, para melhorar a aderência e o travamento serão colocados e dispostos em triangulo grampos de aço inoxidável austenítico nervurado AISI 304 em forma de U devidamente distribuídos. Estes grampos introduzem-se em furos previamente executados que se enchem com uma calda fluida de argamassa pré-doseada de colagem especial à base de NHL, sílica reativa para garantir a fixação ao núcleo da nova massa. Também será disposto, a meio do pano, varetas longitudinais para prevenir futuras fissuras verticais;
- Uma vez executados estes procedimentos preliminares, colocam-se as caixas de cofragem de madeira de acordo com o módulo sobre agulhas dispostas a 80 cm, suportando a parede através de suportes, cunhas e escoras, verificando a sua estanquicidade e indeformabilidade.

Realizadas estas operações verte-se a mistura de argamassa de taipa.

4.5.2. Reparação superficial >20 cm

Como regra geral a argamassa a utilizar será similar à da taipa prescindindo em parte de gravilha, recomendando-se como dosificação 1 parte de cal, 1 de terra e 2 ou 3 de areia.

Nas zonas com deterioração mais superficiais (<5cm) será suficiente aplicar a mistura com espátula ou colher de pedreiro em camadas sucessivas até reintegrar a lacuna e dando-lhe o tom da face adjacente continua.

Se a degradação é mais profunda (até 20cm) deverá ser aplicado pregagens de aço inox nervurado em forma de L, segundo desenho, com objetivo de melhorar a aderência e evitar fissurações.

i. Materiais a utilizar

- Argamassas de cal aérea, apagada, de boa qualidade;
- Areias que devam ser siliciosas, bem lavadas, e com granulometria adequada, ajustada às diversas situações;

- Terra seleccionada;
 - Água potável;
 - Adjuvantes para argamassas (hidrofugantes) que devem ser previamente analisados através de ensaios;
 - Pregos, parafusos ou grampos de aço inoxidável.
- ii. Trabalhos preparatórios
- Remoção total do reboco antigo e da espessura de suporte que esteja degradada;
 - Consolidação superficial do suporte através da aplicação de uma calda de cal hidráulica;
 - Os trabalhos de execução de reboco deverão iniciar-se imediatamente após esta aplicação.
- iii. Trabalhos de execução
- Aplicação de crespido do reboco (também chamado chapisco) numa camada inferior a 15mm, que deve ser projetada manual e vigorosamente de modo a resultar um paramento rugoso. Quando houver enchimentos a fazer, deve ser executado um encasque (ou aferroamento), deixá-lo secar e só depois aplicar o crespido;
 - Fixação da pregagem L, em pontos sólidos ou tornados sólidos, não devendo serem distanciados entre si mais que 400mm;
 - Execução da primeira camada de base, que deve ser vigorosamente projetada sobre o suporte, para que penetre através da armadura e adira ao suporte, de modo a dispensar o posterior aperto com a colher e também a que a sua superfície apresente uma camada rugosa para uma boa aderência da segunda camada de base. Esta primeira camada de base não deverá ter uma espessura superior a 10mm;
 - Execução da camada de acabamento, que só deve ser executada depois da camada de base já ter sofrido grande parte da sua retração, ou seja, após aproximadamente duas semanas. Ao aplicar-se esta camada, a camada precedente deve ser regada, de modo a humedecer esta mesma camada. Ter em atenção, se tiverem ou forem utilizados adjuvantes nas argamassas que não sejam compatíveis com este humedecimento;
 - Manter sempre estas camadas relativamente húmidas até à sua completa cura.

4.5.3. Refechamento de fissuras

As fissuras profundas se selarão para evitar a entrada de água e sujidade. Para isso é preciso selar a lacuna com argamassa de cal aplicadas manualmente deixando boquilhas para verter no interior uma calda de injeção, de cal hidráulica, com aditivos que preencha os vazios, em profundidade. O conjunto deverá ser rematado com uma argamassa de acabamento de cal aérea.

As pregagens podem ser utilizadas para melhorar ligações estruturais (pregagens costura).

4.6. Coroamento do topo das muralhas

A função do coroamento será o capeamento dos topos da muralha de modo a evitar infiltrações de água nas zonas superiores mais intensamente expostas à ação das chuvas. Propõe-se um capeamento com a mesma massa do aglomerado de taipa, mas com uma maior proporção de ligante, cal hidráulica, neste caso.

O coroamento do topo das muralhas deverá atingir, no mínimo, a altura de 10 cm e uma ligeira pendente para cada lado.

Para que a ligação entre o material novo e o antigo venha a ser efetiva deverá a superfície superior do topo da muralha ser raspada criteriosamente, libertando todo material que se encontre pulverulento, limpa com jato de ar comprimido a baixa pressão e humedecida antes da aplicação do novo coroamento. As linhas exteriores da junção de materiais deverão ficar demarcadas pela introdução de um meio ladrilho regional dos fornos da região de maneira a minimizar a fissuração e a evidenciar esta intervenção atual. Todavia, considerando a intervenção realizada na torre albarrã (fase 1) não excluimos, para melhor consonância da intervenção, o recurso a rede de fibra de vidro, com malha aberta.

Utilizar-se-á tijolo manual de telhar a modo de contrafortes, para consolidar as faces de nível horizontal do adarve. Todavia, uma vez mais, deverá ser tido em conta as soluções que melhor apresentem consonância com a fase 1 de intervenção na torre albarrã.

Todas as intervenções devem contar um acompanhamento e controlo arqueológico.

4.7. Selagem buracos agulhas

Para prevenir a erosão, os buracos correspondentes com as agulhas originais de taipal se selarão com argamassa de cal aérea e areia branca fina (1:1). O acabamento será similar às cintas (faixas) históricas na forma de um pequeno quadrado (10x10 cm) circunscrito ao buraco. Este acabamento se aplicará igualmente sobre as agulhas do taipal novo.

Esta intervenção deverá ser discutida com o dono de obra, no decurso dos trabalhos.

4.8. Consolidação pela superfície

Para minimização do decaimento da taipa e redução do impacte da agressividade dos agentes de meteorização, aconselha-se a consolidação de toda a superfície exposta (a pincel ou com pulverizador). Sugere-se assim a aplicação de um consolidante que contenha silicato de etilo (tipo CTS ESTEL 1000 ou equivalente) de forma muito cuidadosa.

Antes de se proceder à aplicação do consolidante, deve-se ter em conta os seguintes aspetos: As superfícies a tratar devem ser absorventes, estarem secas e limpas.

O tratamento mais eficaz obtém-se mediante a aplicação em cortina do consolidante sobre a superfície, até à saturação.

Quando as superfícies estão fortemente deterioradas, recomenda-se repetir a aplicação, após a evaporação do solvente, até completa saturação da superfície.

As temperaturas exteriores adequadas para a aplicação do consolidante situam-se entre os 10 e 25°C, sendo não aconselháveis temperaturas abaixo de 0°C.

4.9. Hidrofugação pela superfície

Para proteger a superfície dos materiais tratados com um hidrofugante contra posteriores penetrações de humidades, dever-se-á impregnar as superfícies da taipa com um hidrofugante incolor de materiais porosos e minerais, por impregnação com siloxanos (tipo CTS SILO 111 ou equivalente), que impedirá a reinfestação por microrganismos, eliminando o seu ambiente de vida – a água.

O hidrofugante poderá ser aplicado abundantemente à pistola (sem pulverizar) ou com rolo até à saturação do suporte, deixando escorrer o líquido ao longo da fachada. Aplicar de baixo para cima.

A aplicação faz-se em geral em 2 camadas 'fresco em fresco', porém em certos casos uma só impregnação é suficiente.

Antes de se proceder à aplicação do hidrofugante, dever-se-á ter em conta os seguintes aspetos:

- A aplicação do hidrofugante não deve ser efetuada antes de 28 dias após o refechamento das juntas.
- As manchas eventuais e os salpicos tiram-se por meio duma pasta constituída por sabão neutro e toluol ou *White Spirit*, antes da polimerização do produto.