

III. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

INDICE

C.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	0
C.1	QUESTÕES PRÉVIAS	2
C.2	ESCAVAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS ENTERRADAS	3
C.3	ABERTURA DE CABOUCOS PARA FUNDAÇÕES.....	6
C.4	AÇO EM ARMADURAS	7
C.5	BETÃO CICLÓPTICO E DE REGULARIZAÇÃO.....	12
C.6	MOLDES PARA BETÃO	14
C.7	BETÃO SIMPLES, ARMADO OU MICRO-BETÃO	17
C.8	ARGAMASSA PARA ENCHIMENTO DE REGULARIZAÇÃO E SELAGENS	34
C.9	COLOCAÇÃO DE PEÇAS EMBEBIDAS EM BETÃO / ALVENARIA.....	39
C.10	ESTRUTURAS METÁLICAS.....	42
C.11	PINTURAS DE SUPERFÍCIES METÁLICAS	50
C.12	TOLERÂNCIAS	59
C.13	ARGAMASSAS E RESINAS EPOXY	68
C.14	MADEIRA LAMELADA COLADA EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS	71
C.15	ESTRUTURAS METÁLICAS COM AÇO ENFORMADO A FRIO	75

C.1 QUESTÕES PRÉVIAS

C.1.1. Definição da empreitada

Os trabalhos a realizar são definidos pelo conjunto das peças escritas e desenhadas que constituem o presente projeto e pelo que eventualmente seja estipulado no contrato de adjudicação.

Entende-se que é obrigação do Empreiteiro o fornecimento de todas as peças e acessórios, bem como a execução de todos os trabalhos, necessários à montagem dos equipamentos e ao seu bom funcionamento, ou à obediência a Regulamentos e Normas, ainda que tais não estejam explícitos no projeto.

O Empreiteiro obriga-se a cumprir todas as instruções que lhe sejam dadas pelo Dono da Obra, ou seus representantes, durante a vigência do contrato.

O Empreiteiro responsabilizar-se-á pelo conhecimento da totalidade do projeto, com base no que o assumirá como completo, correto e de acordo com as normas e os fins previstos.

Ficará a cargo do Empreiteiro a elaboração das peças desenhadas de detalhe e preparação da obra, bem como a verificação da sua compatibilidade com a construção civil, arquitetura, estruturas e restantes instalações.

C.1.2. Fiscalização

À Fiscalização reserva-se o direito de examinar todos os materiais antes de instalados e de os mandar ensaiar, seja em obra, em fábrica ou em laboratório.

C.1.3. Qualidade dos trabalhos

Os trabalhos deverão ser executados, por pessoal qualificado, com toda a solidez e perfeição e de acordo com as regras da arte, devendo o Empreiteiro fornecer, de forma atempada, todos os elementos necessários à sua preparação e verificação.

C.1.4. Documentação

O Empreiteiro deverá apresentar desenhos, catálogos e especificações suficientes para completo esclarecimento do que se propõe fornecer, incluindo elementos dimensionais básicos.

O Empreiteiro deverá fornecer, no mínimo, a seguinte documentação, sem prejuízo do que vai indicado no projeto:

- Listas de equipamentos e peças a instalar;
- Instruções de funcionamento e manutenção;
- Desenhos de pormenores construtivos e de preparação da obra.

C.2 ESCAVAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DE FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS ENTERRADAS

C.2.1. Objectivo

Fornecer indicações técnicas gerais sobre as operações de escavação-aterro necessárias à implantação de fundações.

C.2.2. Generalidades

A escavação a efectuar refere-se a terreno de qualquer natureza inclusive ao desmonte de rocha dura, de modo a permitir a implantação de fundações, maciços e outras estruturas.

O Empreiteiro deverá certificar-se das dificuldades dos trabalhos, quer através dos desenhos do projecto, quer através do reconhecimento do local.

A bombagem e esgoto de águas pluviais, de infiltração, de nascentes ou outra origem qualquer são encargo do Empreiteiro.

Previamente ao começo dos trabalhos, serão colocadas em número suficiente e em locais convenientes, marcas de nivelamento bem definidas, verificadas pela Fiscalização, que servirão de apoio e controlo aos trabalhos de escavação e aterro, bem como, à implantação dos trabalhos.

A definição do nível de fundação será feita com base no ensaio de Penetração Dinâmica Ligeira (PDL) ou equivalente.

C.2.3. Escavações

O equipamento e os meios humanos utilizados deverão permitir sempre o bom andamento dos trabalhos.

No caso da escavação em rocha não será permitido o desmonte de uma camada sem se ter desmontado e retirado totalmente a camada superior.

Dever-se-á ter o cuidado de retirar dos paramentos verticais, à medida que a escavação avança, os elementos de rocha soltos ou desagregáveis.

Em qualquer caso, a escavação não deve ser levada abaixo das cotas indicadas nos desenhos, salvo por indicação da Fiscalização, face ao aparecimento de solos que não correspondam à tensão exigida em projecto para as fundações e que devem por isso ser removidos.

Os materiais removidos abaixo das cotas de projecto, deverão ser substituídos por solos devidamente compactados, nas condições indicadas para os aterros ou por betão ciclópico quando indicado em projecto, ou ainda, mesmo se não indicado, se a Fiscalização assim o entender.

Deverá atender-se à conveniência de reduzir ao mínimo possível, o tempo que medeia entre a abertura dos caboucos ou valas e o seu enchimento, de modo a evitar o desmoronamento ou desagregação dos paramentos das trincheiras e/ou o alagamento demorado destas.

O Empreiteiro executará todas as entivações e escoramentos necessários para satisfazer as condições de segurança do pessoal, o bom andamento dos trabalhos ou para evitar a descompressão dos terrenos e estruturas existentes limítrofes.

Os fundos das escavações serão regularizados e nivelados.

O material escavado que pela sua natureza ou dimensões não possa ser aplicado em aterros, será transportado a vazadouro autorizado.

As escavações desta obra serão efetuadas com recurso a meios próprios e adequados para o efeito, sendo que serão basicamente as necessárias á execução das fundações do edifício dado que a construção existente se encontra fundada á cota que se pretende para o actual projeto.

Assim sendo a escavação resume-se á abertura de sapatas e vigas de fundação que deve ser efetuada em estreito cumprimento com as indicações no projeto de Estabilidade e levando em linha de conta o indicado nas Nota Técnica da CML apresentada para este projeto, e que se junta ao mesmo, bem como o artº 104 do RMUEL, não existindo necessidade de contenção periférica.

Salienta-se que a execução da estrutura será efetuada de forma sequencial, fundações, pilares, vigas e lajes de betão armado.

C.2.4. Aterros

De igual modo, o equipamento e os meios humanos utilizados, deverão permitir sempre o bom andamento dos trabalhos.

Os materiais para o aterro devem estar isentos de detritos orgânicos ou lixos e devem provir de solos seleccionados.

Os solos a empregar nas camadas de aterro serão, quando necessário, regados, devendo procurar-se, sempre que possível, conferir aos solos a humidade necessária a uma boa compactação.

Sempre que se verificar que a humidade dos solos excede os valores óptimos a uma boa compactação, de acordo com a Fiscalização, tomar-se-ão as providências necessárias à sua correcção.

O teor de humidade dos solos aplicados em aterro, deverá ser igual ao teor óptimo determinado no ensaio «PROCTOR MODIFICADO».

Os aterros serão cuidadosamente executados em camadas. A espessura das camadas deve estar de acordo com os meios de compactação.

Quando os meios utilizados não forem mecânicos a espessura da camada não deverá exceder os 0,20m.

Não se deverá proceder ao espalhamento de uma camada sem que a anterior se encontre com o grau de compactação exigido.

O grau de compactação exigido em toda a espessura das camadas não deverá ser inferior a 95% da baridade seca máxima, correspondente à obtida nos ensaios normalizados de compactação de solos "PROCTOR MODIFICADO" (AASHO) compactação pesada, ou 75% de densidade relativa, no caso de areias, de acordo com as indicações fornecidas pelos desenhos e pormenores do projecto

C.2.5. Transporte a vazadouro

O transporte dos produtos resultantes da escavação a vazadouro autorizado á sua recepção será encargo do Empreiteiro. Ter-se-á sempre em consideração que a acumulação dos produtos

escavados no local não deverá prejudicar o bom andamento dos trabalhos; e em caso algum, poderá pôr em risco a segurança do pessoal.

C.2.6. Particularidades

Quando a natureza dos solos escavados não permitir a sua utilização em aterros ou se só o permitir parcialmente, os aterros serão efectuados em solos de empréstimo que obedeçam às qualidades exigidas no artigo 4.

C.3 ABERTURA DE CABOUCOS PARA FUNDAÇÕES

C.3.1. Objectivo

As escavações para abertura dos caboucos para as sapatas, pegões, barretas e para os maciços de encabeçamento das estacas e dos poços serão feitas pelos processos que o Empreiteiro entender utilizar desde que aceites pela Fiscalização.

Os caboucos serão escavados até à profundidade indicada nos desenhos de construção ou até onde a Fiscalização o indicar após o exame da escavação.

As escavações deverão garantir a completa segurança do pessoal contra os desmoronamentos, e ainda assegurar a correcta execução das operações de betonagem, procedendo-se para isso aos escoramentos e drenagens que forem necessários. Recomenda-se a utilização de betão projectado de modo a garantir a estabilização das paredes.

As operações de bombagem, se as houver, serão conduzidas de forma a que não seja modificado o arranjo intergranular das formações do substracto e, se efectuadas durante as betonagens, não haja arrastamento da leitada do betão.

As escavações serão executadas com observância da implantação e das características geométricas indicadas nos desenhos de construção.

Os produtos das escavações serão removidos para local apropriado, que a Fiscalização poderá fixar, e serão regularizados no depósito.

No preço unitário das escavações são considerados incluídos todos os trabalhos inerentes à sua completa execução, tais como abertura de acessos, entivações, escoramentos, esgotos e drenagens, elevação, transporte e arrumação dos produtos escavados, ou quaisquer outros, mesmo

que subsidiários, ficando esclarecido que o Empreiteiro se inteirou no local, antes da elaboração da sua proposta, de todas as particularidades do trabalho, e ainda que nenhum direito de indemnização lhe assiste no caso de as condições de execução se revelarem diversas das que previra, a não ser que haja modificação do tipo de fundação indicado no projecto de execução.

Para efeito de determinação do trabalho realizado as escavações serão consideradas por medição geométrica do volume limitado pelas superfícies verticais de contorno das sapatas.

O pressuposto de medição anterior descrito é igualmente válido para abertura de caboucos para elementos do tipo pegões em betão ciclópico.

C.4 AÇO EM ARMADURAS

C.4.1. Objetivo

Fornecer indicações técnicas sobre a execução e colocação de armaduras ordinárias em elementos de betão.

C.4.2. Generalidades

Os materiais a utilizar e as regras de execução devem obedecer ao exposto nesta especificação e às normas e regulamentos oficiais, nomeadamente ao Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado - Decreto nº 349-C/83 de 30 de Julho.

As classes de aço e diâmetros a utilizar serão os indicados nos desenhos do projecto.

Durante o período de betonagem dever-se-á evitar a deslocação do posicionamento correcto e a deformação das armaduras.

É por isso obrigatória a utilização de arames recozidos a fim de atar os varões entre si, de modo a conferir às armaduras não só a rigidez suficiente para que estas não venham a sofrer deformações acentuadas durante a betonagem, respectiva vibração, compactação e operações complementares, como também, a manter o posicionamento e afastamento entre os varões; e, a forma que o conjunto das armaduras deve apresentar.

Quando por si só, a ligação dos varões com arame de atar não se mostre suficiente à manutenção do posicionamento e indeformabilidade necessária às armaduras, recorrer-se-á a ferros auxiliares e complementares que o consigam, mesmo que não indicados nos desenhos de projecto.

Recorrer-se-á a calços, os quais serão intercalados entre as armaduras e a face interior dos moldes, que assegurem o recobrimento regulamentar ou o indicado em projecto.

Os calços, de espessura constante e contendo já o arame de atar, serão pré-fabricados com materiais que possam ser incorporados na peça e não interfiram com a sua estabilidade.

Os varões devem estar convenientemente limpos de ferrugem solta, de qualquer material destacável, de matérias orgânicas, óleos ou outros materiais que possam comprometer a sua aderência ao betão ou a durabilidade deste.

C.4.3. Tipos correntes de aços para armaduras ordinárias

As armaduras ordinárias do tipo corrente são formadas por varões redondos simples ou constituindo redes electrosoldadas com as seguintes características:

Designação	Proc. de fabrico	Config. da superf.	Características de aderência
A 235 NL	Lamin. a quente	Lisa	Normal
A 235 NR		Rugosa	Alta
A 400 NR	Lamin. a quente	Rugosa	Alta
A 400 ER	Endurecido a frio	Rugosa	Alta
A 400 EL	Endurecido a frio com torsão	Lisa	Normal
A 500 NR	Lamin. a quente	Rugosa	Alta
A 500 ER	Endurecido a frio	Rugosa	Alta
A 500 EL*		Lisa	Normal

(*) - Somente sob a forma de redes electrosoldadas.

C.4.4. Disposições construtivas

C.4.4.1. Geral

A utilização conjunta de aços de tipos diferentes exige que na obra se tomem precauções que evitem erros resultantes de incorrecta identificação dos aços.

C.4.4.2. Agrupamento de armaduras

No caso de armaduras ordinárias, os agrupamentos de varões que haja necessidade de utilizar não devem ser constituídos por mais de 3 varões; admite-se, porém, que para armaduras verticais sempre comprimidas, este número possa aumentar para 4. Além disso, os varões de um agrupamento devem ser dispostos de tal modo que numa dada direcção, não existam mais de 2 varões em contacto.

C.4.4.3. Distância mínima entre armaduras

A distância livre entre armaduras ou entre agrupamentos destes elementos deve ser suficiente para permitir realizar a betonagem em boas condições, assegurando-lhes desta forma um bom envolvimento pelo betão e as necessárias condições de aderência.

No caso de armaduras ordinárias, a distância livre entre varões não deve ser inferior ao maior diâmetro dos varões em causa (ou ao diâmetro equivalente dos seus agrupamentos), com o mínimo de 2 cm.

C.4.4.4. Recobrimento mínimo das armaduras

O recobrimento das armaduras (ou dos agrupamentos destes elementos) deve permitir realizar a betonagem em boas condições e assegurar não só a necessária protecção contra a corrosão mas também a eficiente transmissão das forças entre as armaduras e o betão.

Os recobrimentos mínimos a adoptar não laminares em que se utilize betão de classe inferior a C30x37 e armaduras ordinárias devem ser os seguintes:

- em ambientes pouco agressivos	2,0 cm;
- em ambientes moderadamente agressivos	3,0 cm;
- em ambientes muito agressivos	4,0 cm;

Estes valores poderão ser diminuídos de acordo com os casos referidos no EC2.

C.4.4.5. Curvatura máxima das armaduras

No caso de armaduras ordinárias, as dobragens dos varões devem ser executadas com diâmetros não inferiores aos indicados no seguinte quadro:

Diâmetros Interiores Mínimos de Dobragem de Armaduras Ordinárias

Tipo de aço	Ganchos, cotovelos, laços, estribos e cintas conforme o diâmetro dos varões Ø (mm)			Armaduras em geral *
	Ø < 18	18 < Ø < 32	32 < Ø < 40	
A 235 NL	2,5 Ø	5 Ø	5 Ø	15 Ø
A 235 NR	4 Ø	7 Ø	10 Ø	15 Ø
A 400 NR				
A 400 ER	5 Ø	8 Ø	12 Ø	20 Ø
A 400 EL				
A 500 NR				
A 500 ER	5 Ø	-	-	20 Ø
A 500 EL				

(*) - Os valores indicados podem ser reduzidos de 5 Ø quando o recobrimento lateral da dobra for maior que 5 cm ou 3 Ø.

C.4.4.6. Amarração de varões de armaduras ordinárias

Os comprimentos de amarração para os casos correntes são dados para cada tipo de aço, no quadro seguinte:

Tipo de aço	Tipo de amarra- ção	Classes do betão e condições de aderência							
		C20x25		C25x30		C30x37		C35x45	
		A	B	A	B	A	B	A	B
A235 NL	c/gancho	35 Ø	50 Ø	30 Ø	45 Ø	30 Ø	45 Ø	25 Ø	40 Ø
A235NR	recta	25 Ø	35 Ø	20 Ø	30 Ø	20 Ø	25 Ø	15 Ø	25 Ø
A400NR									
	recta	40 Ø	60 Ø	35 Ø	50 Ø	30 Ø	45 Ø	30 Ø	40 Ø
A400ER									
A400EL	c/gancho	60 Ø	85 Ø	55 Ø	80 Ø	50 Ø	75 Ø	45 Ø	65 Ø

A500NR

recta 50 Ø 75 Ø 45 Ø 65 Ø 40 Ø 60 Ø 35 Ø 50 Ø

A500ER

A - Condições de boa aderência de acordo com o EC2.

B - Outras condições de aderência

C.4.4.7. Amarração de redes electrosoldadas

As extremidades dos varões longitudinais das redes electrosoldadas devem ser fixadas ao betão por amarrações rectas.

Estas amarrações, devem em geral ter um comprimento superior a 35 cm e incluir o número de varões transversais a seguir indicado:

- Redes simples: redes duplas com varões longitudinais de diâmetro igual ou inferior a 8,5 mm;

Varões de aderência normal - 3 varões transversais;

Varões de alta aderência - 2 varões transversais;

- Redes duplas com varões longitudinais de diâmetro superior a 8,5 mm;

Varões de aderência normal - 4 varões transversais;

Varões de alta aderência - 3 varões transversais

Se outros valores não estiverem pormenorizados.

C.4.4.8. Emenda de varões de armaduras ordinárias

As emendas dos varões das armaduras ordinárias - que podem ser realizadas por sobreposição, por soldadura ou por meio de dispositivos mecânicos especiais - devem ser empregadas o menos possível e, de preferência, em zonas em que os varões estejam sujeitos a tensões pouco elevadas.

As emendas de varões por sobreposição, devem ser realizadas de acordo com o estipulado no EC2, devendo, todavia, salientar-se que os comprimentos mínimos de sobreposição, no caso de varões traccionados, não podem, em caso algum, ser inferiores a 15 Ø nem a 20 cm.

No caso de varões comprimidos, as emendas por sobreposição devem ser feitas apenas com troços rectos, e os comprimentos mínimos de sobreposição devem ser iguais ao valor definido no EC2.

As emendas por sobreposição de agrupamentos de varões devem ser executadas varão a varão de tal modo que os pontos médios das emendas dos diferentes varões fiquem separados entre si, pelo menos, 1,3 vezes o comprimento de sobreposição correspondente à emenda dos varões isolados.

As emendas por soldadura somente são de admitir em varões que possuam as necessárias características de soldabilidade, em face do processo de soldadura utilizado, e atendendo ao estipulado no EC2.

As emendas por meio de dispositivos mecânicos especiais devem ser executadas de acordo com os dados constantes das especificações do fabricante.

C.4.4.9. Emenda de redes electrosoldadas

As emendas dos varões longitudinais das redes electrosoldadas devem ser realizadas por sobreposição de troços rectos e satisfazer o estipulado no EC2.

Os comprimentos mínimos de sobreposição nas emendas, devem ser em geral superiores a 45 cm e incluir o número de varões transversais a seguir indicado:

- varões de aderência normal - 5 varões transversais;
- varões de alta aderência - 4 varões transversais

C.4.5. Tolerâncias

C.4.5.1. Posicionamento das armaduras

O posicionamento das armaduras deve satisfazer ao que se encontra estabelecido no EC2.

C.4.6. Particularidades

As armaduras de espera para empalmes deverão ser - se dobradas - endireitadas cuidadosamente de modo a não provocar fissuras nos varões. De igual modo serão limpas de argamassas e outras sujidades para que a sua aderência normal ao betão em caso algum seja diminuída.

Os empalmes far-se-ão em zonas desencontradas de acordo com os regulamentos, de modo a não haver cotas ou zonas sequenciais de sobreposições.

C.5 BETÃO CICLÓPTICO E DE REGULARIZAÇÃO

C.5.1. Objectivo

Dar indicações gerais referentes à execução de uma camada de betão sob fundações ou estruturas enterradas, para saneamento do seu local de implantação.

C.5.2. Materiais e execução

Utilizar-se-á um betão com a dosagem mínima de 150 kg ou de 200 kg de cimento por metro cúbico em camadas de betão de 5 ou 10 cm de acordo com as indicações fornecidas nos desenhos de projecto.

O trabalho iniciar-se-á pela regularização e compactação do terreno a que se seguirá a aplicação da camada de betão depois de terem sido colocadas as marcas ou referências para cumprimento das cotas das fundações ou elementos a moldar.

C.5.3. Betão ciclópico

Deverão ser utilizados inertes com dimensão variável entre 100 e 200mm. Aplicados na amassadura do betão numa proporção não superior a 50% do total do volume.

O betão a colocar no preenchimento do pegão em betão ciclópico deverá respeitar inteiramente o descrito no item 06 – Betão simples ou armado, devendo ser respeitadas as características referenciadas nas peças desenhadas de projecto, assim como com o referido na NP EN-206-1 2007.

Para efeito de determinação das quantidades de trabalho realizado para o betão ciclópico deverão ser consideradas por medição geométrica do volume limitado pelas superfícies verticais de contorno dos pegões, não sendo considerado o betão decorrente de eventuais sobre larguras de escavação.

O preço unitário a ser fornecido pelo empreiteiro deverá ter em conta os seguintes trabalhos associados: eventual betão a aplicar nas sobrelarguras da escavação, esgotos e drenagens, e demais trabalhos associados ao fabrico, transporte e colocação em obra descritos no item 06 – Betão simples ou armado.

C.6 MOLDES PARA BETÃO

C.6.1. Objectivo

Estabelecer as condições técnicas a que deverão obedecer os moldes para betão.

C.6.2. Generalidades

O tipo e a qualidade dos moldes a utilizar, será proposto pelo Empreiteiro e aprovado pela Fiscalização.

De qualquer modo, à partida, a qualidade dos materiais escolhidos para a confecção dos moldes deve ter em conta o tipo de acabamento que se deseja conferir ao betão; e as tolerâncias admitidas para a peça a moldar.

Os moldes devem ser executados de modo a permitirem uma fácil montagem e desmontagem.

Tanto os moldes metálicos como os de madeira devem antes do lançamento do betão apresentar as superfícies limpas, isentas de detritos, incluindo ferrugem, calda de cimento ou materiais desagregáveis.

Sempre que um molde for reaplicado, de igual modo, as suas superfícies deverão ser inspeccionadas, reparadas se necessário; e limpas, antes de nova aplicação.

Devem incluir-se na cofragem todos os tacos para fixações, contramoldes para tubagens ou mesmo tubos para atravessamentos, de modo a evitar posteriores operações de corte ou aberturas de roços.

Quando os moldes forem de madeira, com a finalidade de diminuir a capacidade de absorção de água do betão fresco e de reduzir as juntas que houver, devem ser abundantemente regados de modo a incharem, sem, todavia, se deformarem, a água ressumar; ou esta, restar neles empoçada.

A utilização de produtos auxiliares de desmoldagem não deve provocar manchas nas superfícies externas do betão, não ser formuladas à base de produtos gordurosos e não prejudicar a aplicação posterior de qualquer revestimento.

C.6.3. Características

Qualquer que seja o tipo de moldes a utilizar deverão ter as seguintes características:

- Conferir ao betão a forma definitiva e prevista para a peça ou conjunto de peças a betonar;
- Serem suficientemente rígidos e pouco deformáveis, para poder resistir às solicitações - pesos, pressões, vibrações, sobrecargas, cargas eventuais, choques, etc. - produzidas durante a betonagem, não se deformando senão dentro do limite das tolerâncias admitidas. Para tal, recorrer-se-á aos escoramentos, contraventamentos e travamentos necessários, que confiram aos moldes a rigidez e indeformabilidade pretendida;
- Ter uma permeabilidade e absorção suficientemente pequenas, para que a leitada de cimento e partículas finas do betão se não percam em quantidade que possa afectar as características deste depois de endurecido. Por este motivo, não serão permitidos nós soltos quando a cofragem for de madeira;
- Orifícios ou juntas que permitam o escoamento da leitada;
- Permitirem ou terem dispositivos que permitam a fácil colocação do betão.

C.6.4. Desmoldagem

A desmoldagem ou o descimbramento só deverão ser realizados quando o betão tiver adquirido resistência suficiente. Não só para que seja satisfeita a segurança em relação aos estados limites últimos; mas também, para que se não verifiquem deformações e fendilhações inconvenientes, tanto a curto como a longo prazo.

As operações de desmoldagem ou o descimbramento devem ser conduzidas com os necessários cuidados de modo a não provocar esforços inconvenientes, choques ou fortes vibrações.

Nos casos correntes, a menos de justificação especial, em condições normais de temperatura e humidade e para betões com coeficientes de endurecimento correntes, os prazos mínimos para a retirada dos moldes e dos escoramentos, contados a partir da data de conclusão da betonagem, serão os indicados no quadro seguinte:

PRAZOS MÍNIMOS DE DESMOLDAGEM E DESCIMBRAMENTO

MOLDES E ESCORAMENTOS TIPO DE ELEMENTO PRAZO (dias)

Moldes de faces laterais	Vigas, pilares e paredes	3 *
	Lajes*** $l \leq 6$ m	7
	$l > 6$ m	14

Moldes de faces inferiores	Vigas	14
Escoramentos	Lajes*** ≤ 6 m	14 **
	$l > 6$ m	21 **
	Vigas	21 **

* Este prazo pode ser reduzido para 12 h se forem tomadas precauções especiais para evitar danificações das superfícies.

** Este prazo deve ser aumentado para 28 dias no caso de lajes e vigas que, na ocasião do descimbramento, fiquem sujeitas a acções de valor próximo do que, satisfeita a segurança, corresponde à sua capacidade resistente.

*** No caso das lajes em consola, tomar-se-á como vão l , o dobro do balanço teórico.

Aos prazos de desmoldagem ou descimbramento indicados no quadro, deverá adicionar-se o mínimo de dias em que a temperatura do ar se tenha mantido igual ou inferior a 5° C, durante e depois da betonagem.

Nos casos especiais ou em casos em que não se pretenda respeitar o acima dito, os prazos de desmoldagem e descimbramento serão estabelecidos e justificados tendo em atenção o preceituado e atendendo à evolução das propriedades mecânicas do betão, convenientemente determinadas por ensaios.

Não poderá, no entanto, proceder-se à retirada dos moldes de faces inferiores e dos escoramentos de lajes e vigas antes que o betão atinja uma resistência à compressão superior ao dobro da tensão máxima resultante das acções a que a peça ficará então sujeita, com o mínimo de 10 MPa.

C.6.5. Particularidades

As cofragens para moldagem de elementos decorativos no betão a ficar à vista, com os desenhos e relevos indicados em projecto, serão executadas com as reentrâncias, saliências, esquadrias ou concordâncias aí indicadas. Para tanto, recorrer-se-á a fasquias, moldados de madeira ou de outros materiais que, fixados por dentro do taipal confirmem ao betão o efeito desejado.

As cofragens para betão a ficar à vista, a envernizar ou pintar serão executadas com grande cuidado - tendo em conta não só a operação de desmoldagem - de forma a obterem-se superfícies lisas, contínuas sem sinais de interrupção de betonagem, sem ressalto ou concavidades, de arestas vivas, cantos, esquadrias e concordâncias perfeitas.

Deve ainda ter-se em atenção que a granulometria do betão e a sua vibração serão os mais adequados a obterem-se superfícies com o acabamento pretendido, devendo este dispensar qualquer operação de reparação ou beneficiação.

C.7 BETÃO SIMPLES, ARMADO OU MICRO-BETÃO

C.7.1. Objectivo

Fornecer as condições técnicas a que devem satisfazer os materiais, o fabrico, o transporte, a colocação e a cura do betão de cimento, a utilizar em obras de betão simples ou armado, a que se não exigem técnicas especiais.

C.7.2. Generalidades

No capítulo 2 da ENV 206-1, definem-se as normas obrigatórias, opcionais e outras, a considerar nas exigências técnicas relativas não só aos componentes do betão, à sua composição, às propriedades do betão fresco, do betão endurecido e sua verificação, mas também, as relativas ao fabrico do betão, seu transporte, entrega, colocação, cura e procedimentos para controle de qualidade.

No ponto 2.1 desse capítulo, explicita-se que, excepcionalmente, durante a vigência da ENV 206-1, podem ser utilizados métodos de ensaio nacionais desde que, o organismo nacional de normalização, garanta que os resultados obtidos seguindo as normas nacionais são equivalentes aos resultados obtidos seguindo as normas internacionais relevantes.

É por isso muito importante que a interpretação da ENV 206-1 se faça em conjunto com o seu anexo NA - Anexo Nacional -, o qual, referencia o acervo normativo português que suporta aquela norma, fornecendo um guia para a sua aplicação; e, onde se esclarece e indicam:

- a) As exigências das normas nacionais ou regulamentações em vigor no local de aplicação do betão que a ENV 206-1 contém;
 - b) As normas nacionais em contradição com a ENV 206-1 que podem ser mantidas em vigor;
 - c) A utilização de métodos de ensaios nacionais que a ENV 206-1 admite durante a sua vigência.
- Deste modo, e independentemente das normas e documentos indicados no ponto 3 desta especificação, no sentido de facilitar o entendimento e a busca de documentação aplicável - sempre que julgado necessário -, far-se-lhe-á a referência, em especial à E 378-1996 do LNEC, não só pelo seu conteúdo em geral, como também em particular, dada a sua relevância em relação aos

elementos de betão simples, armado e pré-esforçado, quer na escolha de ligantes constituídos por cimentos e adições, sua dosagem, razões água/ligante quer em relação à classificação da durabilidade das peças, tendo em conta as condições ambientais em que irão ficar inseridas.

C.7.3. Normas de execução

Os materiais a utilizar e as regras de execução devem obedecer ao exposto nesta especificação; e, no que esta for omissa, às normas e regulamentos oficiais em vigor, nomeadamente:

- NORMA PORTUGUESA NP ENV 206-1 - Betão, Comportamento, Produção, Colocação em Obra e Critérios de Conformidade;
- EUROCODIGO 2;
- ESPECIFICAÇÃO DO LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (LNEC) E 378 - 1996 – Betões. Guia para utilização de ligantes hidráulicos.

C.7.4. Materiais constituintes

C.7.4.1. Cimento

Os ligantes a utilizar devem satisfazer as características estabelecidas na NP 2064 e na emenda 1 - de outubro de 1993 - à mesma norma.

Os ligantes devem ser escolhidos em função da classe do betão a fabricar.

Salvo determinação expressa em projecto, o ligante a empregar deverá ser de presa normal, misturado ou não, com cinzas volantes.

Só será admitida a utilização de ligantes que se encontrem em boas condições de aplicação.

Não é autorizado o uso de ligantes com grânulos endurecidos que se não possam desfazer com a pressão dos dedos; ou, qualquer outra característica que ponha em perigo a classe do betão pretendido

C.7.4.2. Recepção e Armazenamento

A recepção e o fornecimento do cimento far-se-á de acordo com a NP 2065.

O cimento poderá ser recebido no estaleiro a granel, em sacos de linhagem ou de papel impermeabilizado.

Quando a recepção for feita a granel deverá ser armazenado em silos apropriados à sua conveniente conservação.

No caso da recepção ser feita em sacos, estes devem ser armazenados em lotes, correspondentes a cada fornecimento, para permitir o seu emprego por ordem cronológica a facilitar a sua identificação face a eventuais ensaios de recepção.

Os sacos serão conservados até à sua utilização em armazém, exclusivamente destinado a esse fim, devidamente fechado - embora ventilado -, coberto e pavimentado com estrado ligeiramente sobre-elevado do chão, contendo todas as disposições necessárias para evitar a acção da humidade.

Como regra, o cimento deve estar armazenado o menor tempo possível; e, tanto menos, quanto maior finura tiver e mais elevado for o seu teor em aluminato tricálcico. Não deverá permanecer - ainda que em boas condições -, armazenado mais de 3 meses; e, nos casos das classes de resistência mais altas, 2 meses.

C.7.4.3. Inertes

Generalidades

Os inertes não devem conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

As propriedades dos inertes para argamassas de betões e os requisitos a satisfazer são os indicados na especificação LNEC E 373 - Inertes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade.

Armazenamento dos Inertes

Os inertes das diversas categorias devem ser armazenados separadamente, por lotes, tomando-se os cuidados necessários para que não haja mistura entre si ou com substâncias estranhas.

Humidade dos inertes

A humidade dos inertes, na ocasião do fabrico do betão, deve ser tão uniforme quanto possível.

Esta humidade, medida pelo teor de água total, deve ser devidamente tida em conta no estabelecimento da quantidade de água a utilizar na amassadura, face à relação água/ligante estabelecida na composição do betão.

Máxima Dimensão dos Inertes

A máxima dimensão do inerte tem de ser escolhida de modo a que o betão possa ser colocado e compactado à volta das armaduras sem que haja segregação.

A máxima dimensão do inerte não deve exceder:

- Um quarto da menor dimensão do elemento estrutural;
- A distancia livre entre as barras de armadura, diminuída de 5 mm, a não ser que se tomem providências especiais. Por ex.: agrupando os varões da armadura;
- 1,3 vezes a espessura do recobrimento das armaduras de acordo com as prescrições do Eurocódigo 2.

C.7.4.4. Água de Amassadura

Generalidades

A água de amassadura não deve conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

As propriedades da água de amassadura para argamassa e betões e os requisitos a satisfazer são os indicados na especificação LNEC E 372 - Água de amassadura para betões. Características e verificação da conformidade.

Razão água/ligante

Para a determinação da razão água/ligante dever-se-á ter em conta o definido nos pontos 4.3.3, 4.5.2 e ainda o Capítulo 7 desta especificação.

C.7.4.5. Adjuvantes

Generalidades

Os adjuvantes não devem conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

As propriedades dos adjuvantes para betões e o requisito a satisfazer são os indicados na especificação LNEC E 374 - Adjuvantes para betões. Características e verificação da conformidade.

Os métodos de ensaio para a determinação das características dos adjuvantes constam do documento normativo acima referido.

Quantidades de adjuvantes permitidos na amassadura

A quantidade total de adjuvantes na composição não deve exceder 50 g/kg de cimento e não convém que seja inferior a 2 g/kg de cimento.

Só são permitidas quantidades menores se forem dispersas em parte da água de amassadura.

A quantidade de adjuvantes líquidos deve ser considerada no cálculo da razão água/cimento, sempre que exceda 3 litros/m³ de betão.

C.7.4.6. Adições

As adições não devem conter constituintes prejudiciais em quantidades tais que possam afectar a durabilidade do betão ou provocar a corrosão das armaduras.

As adições consideradas são cinzas volantes, pozolanas, escória granulada de alto forno, filer calcário e sílica de fumo. As propriedades e os requisitos a satisfazer constam dos seguintes documentos:

- prNP 4243 - Cinzas volantes para betão. Definições, especificações e controle de qualidade;
- NP 4220 - Pozolanas para betões. Definições, especificações e verificação da conformidade;
- LNEC E 375 - Escória granulada de alto forno moída para betões. Características e verificação da conformidade;
- LNEC E 376 - Filer calcário para betões. Características e verificação da conformidade;
- LNEC E 377 - Sílica de fumo para betões. Características e verificação da conformidade.

C.7.5. Exigências de durabilidade

C.7.5.1. Generalidades

Para produzir um betão durável, que proteja as armaduras contra a corrosão; e, suporte satisfatoriamente as condições ambientais e de serviço a que está exposto durante o tempo de vida útil previsto, devem ser tomados em consideração os seguintes factores:

- a) escolha dos constituintes adequados, que não contenham elementos prejudiciais que afectem a durabilidade do betão e provoquem a corrosão das armaduras;
- b) escolha de uma composição tal que o betão:
 - satisfaça todos os critérios de comportamento estabelecidos para o betão fresco e endurecido;
 - possa ser colocado e compactado de modo a formar um revestimento denso das armaduras;
 - suporte acções internas;
 - suporte acções externas, p. ex.: influências do ambiente tais como clima, gases, líquidos e solos;
- c) ataques mecânicos, p. ex.: abrasão;

- d) a amassadura, colocação e compactação do betão fresco de modo a que os constituintes do betão estejam distribuídos uniformemente na sua massa, sem segregação e o betão adquira uma estrutura fechada;
- e) a cura do betão de modo que a zona superficial - recobrimento das armaduras - adquira as propriedades potenciais que se esperam da composição.

Todos estes factores devem ser controlados e verificados por um controlo de produção.

O tempo de vida do betão, isto é, o tempo durante o qual o betão - simples, armado ou pré-esforçado - mantém as propriedades especificadas sem necessidade de reparações apreciáveis, tem sido definido em 4 níveis - 25/30 anos, 50/60 anos, 100/120 anos e algumas centenas de anos - conforme é exigida às estruturas de betão uma duração previsível de utilização funcional relativamente pequena - por exemplo, algumas instalações industriais - média - p. ex.: edifícios correntes de habitação - alta - p. ex.: edifícios importantes, pontes, estruturas portuárias - ou muito alta - p. ex.: estruturas muito especiais como túneis ou grandes barragens.

Os mecanismos de deterioração do betão podem resultar das condições ambientais a que o betão está exposto, as quais afectam as camadas superficiais do betão, de reacções químicas expansivas internas, reacções álcalis-inerte - ou de outras acções normalmente tratadas no cálculo estrutural - p. ex.: cargas, acções térmicas ou sísmicas.

Definem-se em 5.2 as classes de exposição ambiental agressiva para o betão, clarificando assim as classes no quadro 2 da ENV 206-1 e permitindo a discriminação das recomendações, feitas no quadro 3 da ENV 206-1. Estas recomendações, que se apresentam nos pontos 5.3 e 5.4 desta especificação, conduzirão, em princípio, a valores suficientemente baixos da porosidade aberta - ou, o que é o equivalente, da difusibilidade, da permeabilidade ou da absorção capilar - que permitem supor que o tempo de vida do betão é da ordem de grandeza dos 50/60 anos. Para tempos de vida diferentes, nomeadamente para valores superiores, há que fazer no LNEC estudos "ad hoc".

C.7.5.2. Classes de Exposição Ambiental

A acção do ambiente sobre o betão depende do tipo de agentes agressivos e do mecanismo do seu transporte a partir da superfície para o interior do betão.

Devem ser garantidas as classe de resistência mínimas referidas na norma portuguesa NP EN 206-1 de 2007, nomeadamente o descrito nos quadros 1 a 6 para o tipo de exposição do elemento em causa, salvo se de outra forma indicado nas peças desenhadas de projecto.

Este transporte pode fazer-se por difusão, por absorção ou por permeabilidade, conforme as forças motoras resultem do gradiente de concentração, da sucção capilar ou do gradiente de pressões, respectivamente; os mecanismos de deterioração do betão pela acção ambiental podem dividir-se em 2 grupos:

- os que provocam a corrosão das armaduras e acabam por romper o betão de recobrimento destas;
- os que provocam a deterioração do próprio betão.

No primeiro grupo estão a carbonatação e a acção dos cloretos da água do mar ou de alguns sais descongelantes; no segundo estão as acções do ciclo do gelo e degelo e a acção dos sulfatos e de outros ambientes quimicamente agressivos.

As classes de exposição ambiental relacionadas com estes mecanismos são apresentadas no quadro 1 desta especificação para o primeiro grupo; e, nos quadros 2 e 3 da mesma, para o segundo, conforme a seguir se justificam.

A carbonatação consiste na formação de carbonato de cálcio por reacção de carbono do ar que penetra por difusão no betão através dos poros capilares - sempre que exibem continuidade - com o hidróxido de cálcio resultante da hidratação do cimento portland. A carbonatação reduz o pH da solução intersticial do betão para cerca de 9, provocando a despassivação das armaduras e a sua consequente corrosão, isto é, produção de óxido de ferro - ferrugem - a qual, por ser um composto que ocupa maior volume que o ferro, provoca a rotura do betão de recobrimento.

A corrosão exhibe ritmos significativos de desenvolvimento se o betão estiver num ambiente de humidade relativa - HR - entre cerca de $45\% \pm 5\%$ e $85\% \pm 5\%$, visto que, para $HR < 40\%$, não há suficiente água nos poros do betão para o processo electrolítico da corrosão se desenvolver e, para $HR > 90\%$, a água ocupa a maior parte dos poros, não havendo oxigénio suficiente para a oxidação.

Podem assim considerar-se as 4 classes de exposição ambiental relacionadas com este mecanismo de deterioração que se indicam no quadro 1 desta especificação.

Os cloretos de alguns sais descongelados ou da água do mar penetram no betão sob a forma de iões, atingem as armaduras, despassivam-nas localmente produzindo inicialmente a corrosão por picaduras, de maiores riscos que a produzida por carbonatação. O transporte dos iões cloreto no líquido intersticial ou no dos poros capilares pode fazer-se por difusão, por permeabilidade ou por sucção capilar ou por conjuntos destes mecanismos de transporte, determinando as classes de exposição ambiental indicadas no quadro 1 desta especificação.

A acção de ciclos de gelo/desgelo não tem em Portugal a importância que exhibe em países de latitudes mais altas, por isso se consideram apenas duas classes de exposição ambiental, descritas no quadro 2 desta especificação.

A agressividade química para o betão resulta da acção das águas de contacto, listando-se no quadro 3 os principais elementos agressivos. Neste quadro quantificam-se três classes de exposição relacionadas com a agressividade química, EQ 1, EQ 2 e EQ 3, e indicam-se os documentos normativos aplicáveis nas determinações químicas.

C.7.5.3. Escolha do tipo de Ligante

A utilização dos diversos tipos de cimento ou das correspondentes misturas de cimento portland tipo I e de adições, depende não só da resistência mecânica necessária dentro de certo tempo como de outras condicionantes - por exemplo, durabilidade e calor de hidratação. As classes de cimento, dentro de cada tipo, estão ligadas, principalmente, à obtenção de resistências mecânicas, não só a longo mas especialmente a curto prazo.

Há obviamente que atender também à disponibilidade no mercado de certo tipo ou classe de cimento e ao seu preço.

Do ponto de vista da durabilidade e em igualdade de outros factores - nomeadamente porosidade - referem-se a seguir algumas recomendações, e, em certos casos, exigências de composição ou mesmo limitações no uso dos tipos de cimento.

Em relação à carbonatação, a utilização do cimento tipo I tem vantagem em relação aos outros tipos, dada a maior reserva alcalina do cimento a qual aumenta o tempo de vida do betão armado.

Em relação à acção dos cloretos, os cimentos tipos II, III e IV exibem menor difusibilidade, nomeadamente o cimento tipo III com mais de 75% de escória.

Em relação à agressividade química, o tipo de cimento mais adequado depende do tipo de elemento agressivo. Assim, no caso da acção dos sulfatos, presentes quer na água do mar quer em águas industriais ou em solos gipsíferos, a composição do clínquer dos cimentos deve exhibir limitações dos teores de C3A, função das classes de exposição EQ 2 e EQ 3, e de C4AF, os quais se apresentam no quadro 4 desta especificação. Além disso, recomenda-se a verificação da resistência do ligante à acção dos sulfatos por meio do ensaio previsto na Especificação LNEC E 251, mas utilizando inertes de comprovada resistência aos sulfatos.

Os cimentos portland não resistem a meios ácidos cujo pH seja inferior a 4, pelo que têm que ser protegidos, de forma durável, do contacto com estes meios. Só os cimentos aluminosos - que

exigem cuidados especiais na sua utilização e não se fabricam em Portugal - são capazes de resistir a este ataque. Aquela proteção suplementar do betão é recomendável sempre que, na classe de exposição EQ 3, o teor dos elementos agressivos ou o pH se aproxime do limite indicado no quadro 4 desta especificação, correspondente à situação de maior agressividade.

A acção de CO₂ agressivo da água e dos cations Mg⁺⁺ e NH₄⁺, embora por mecanismos diferentes, conduz fundamentalmente à lixiviação do betão, com perda do hidróxido de cálcio da solução do contrato, resultante da hidratação do cimento. No caso do CO₂ e do NH₄⁺ aparece também, associado, um ataque ácido, podendo envolver destruição parcial dos silicatos e aluminatos de cálcio.

A acção do cativo amónio é em geral acompanhada do ataque do anião associado - sulfato, nitrato ou cloreto - originando a destruição do betão, por ataque químico ou pela cristalização excessiva - com expansão - de sais nos poros do betão.

O cimento pozolânico, o cimento aluminoso ou o cimento tipo III com elevado teor de escória de alto-forno são especialmente vocacionados para resistir ao ataque de CO₂ e Mg⁺⁺, enquanto a acção do NH₄⁺ parece ser melhor suportada pelos dois últimos tipos de cimento.

No que respeita ao efeito da temperatura resultante do calor de hidratação, regista-se que a utilização do cimento tipo I pode ser vantajosa em tempo frio; ou, quando se pretendem resistências iniciais elevadas ou descofragem rápida, mas convém, como se referiu, estar atento aos gradientes de temperatura junto às superfícies do betão para evitar fissurações.

Quando há necessidade de evitar o efeito daquela temperatura, os outros tipos de cimento são mais aconselháveis nomeadamente em betões em grandes massas.

Quando se usa o cimento tipo IV, como resultado da redução progressiva da reserva alcalina da pasta de cimento, pode haver, se o betão é armado ou pré-esforçado e a percentagem de adições elevada, perda de protecção das armaduras por acção da carbonatação.

Como se referiu, além dos ataques químicos exteriores, também no próprio betão pode haver reacções químicas internas que o alterem. Estas resultam das reacções dos álcalis do cimento com certo tipo de inertes - dolomites e alguns inertes siliciosos com sílica não cristalizada.

Para despistar este tipo de inertes pode concluir-se a análise petrográfica descrita na Especificação LNEC E 415.

Quando não for possível evitar a utilização destas inertes, a solução consiste, fundamentalmente, na utilização de cimentos portland com teor de álcalis expressos em Na_2O inferior a 0,6%. No caso dos inertes siliciosos, pode usar-se cimento tipo IV pozolânico, por a adição de pozolana fixar os álcalis, atenuando a sua acção sobre os inertes, e ainda por baixar o pH da massa do betão. Também o cimento tipo III, de elevado teor de escórias, tem desempenho semelhante.

Convirá, no entanto, verificar o comportamento do betão fabricado com estes inertes e com o cimento a utilizar, seguindo os procedimentos estabelecidos na NP 1381.

C.7.5.4. Dosagens de Ligante Mínimas, Razões Água/ligante, Máximas e Classes de Resistência Mínimas Recomendadas para o Betão

As mínimas dosagens de ligante e as máximas razões água/ligante que se recomendam, de forma a ter em conta a durabilidade do betão, são apresentadas nos quadros 5 e 6, em função das classes de exposição ambiental definidas nos quadros 1, 2 e 3.

Note-se que:

- As dosagens indicadas respeitam a betões com máxima dimensão do inerte igual a 32 mm, C32. Para outra dimensão D, em milímetros, a dosagem CD (em kg/m^3 de betão) é obtida pela expressão $CD = 2C32/D^{0,2}$
- Além as dosagens mínimas de ligante e das máximas razões água/ligante, recomendam-se também classes de resistência mínimas para o betão; no caso da durabilidade do betão armado, recomenda-se paralelamente recobrimentos mínimos que a experiência aconselha, pois é o conjunto resistência à penetração - distância de penetração do agente agressivo -, que estabelece o tempo de vida deste betão;
- Às recomendações do quadro 6 para a acção do gelo/desgelo devem juntar-se as indicadas no quadro 3 da NP ENV 206-1 quanto ao teor de ar incorporado;
- No caso de o betão ser pré-esforçado e para ter em conta a maior sensibilidade à corrosão das armaduras, resultante da sua pequena secção e das elevadas tensões de tracção instaladas, recomendam-se aumentos de dosagem do cimento de $30 \text{ kg}/\text{m}^3$ em relação aos indicados; e, classes de resistência imediatamente superiores às indicadas; ou, em alternativa, aumento do recobrimento das bainhas do pré-esforço (ou do fio do pré-esforço) de 50%;
- As recomendações quanto à dosagem de ligante, razão água/ligante e classes de resistência do betão devem ser todas verificadas simultaneamente, para ter em conta a utilização de diversos tipos e classes de cimento e de adições.

QUADRO 1

Classes de exposição ambiental relacionadas com a deterioração do betão por corrosão das armaduras

QUADRO 2

Classes de exposição ambiental relacionadas com a acção do gelo/desgelo

QUADRO 3

Classes de exposição ambiental relacionadas com a agressividade química

QUADRO 4

Composição do Clinquer de Cimentos Resistentes à Acção dos Sulfatos

QUADRO 5

**Dosagem de Ligantes, Razões Água/ligante e
Classes do Betão em Função das Classes de Exposição Ambiental**

QUADRO 6

**Dosagem de Ligantes, Razões Água/ligante e
Classes do Betão em Função das Classes de Exposição Ambiental**

NOTA: Ver Quadros 1, 2, 3, 4, 5 e 6 da ENV-206-1 de 2007, pág 21 a 26

C.7.6. Condições ambientais

As principais condições ambientais que têm implicações nas características dos betões, nomeadamente na composição e na cura, são as que se indicam a seguir:

- PH das águas ou outros elementos em contacto com o betão;
- Classe de exposição ambiental relacionada com a agressividade química atendendo ao pH;
- classe de exposição relativa à carbonatação;
- Classe de exposição ao ar atmosférico;

C.7.7. Dosagem mínima e máxima razão água/ligante

Atendendo às condições ambientais definidas no capítulo 6 o betão deverá satisfazer às seguintes características:

- mínima dosagem de ligante

- máxima razão água/ligante
de acordo com os quadros 5 e 6 desta especificação.

A resistência característica do betão é a indicada nos desenhos de projecto.

C.7.8. Fabrico de betão

C.7.8.1. Pessoal, Equipamento e Instalações

Pessoal

O pessoal envolvido no fabrico e no controle do betão deve ter conhecimento, qualificação e experiência adequados para exercer a sua função específica.

No local de fabrico deve existir uma pessoa com conhecimentos e experiência adequados que deve ser responsável pelo fabrico; e, no caso do betão pronto, também pela entrega. Na sua ausência deve estar presente o seu representante devidamente qualificado.

Deve também existir uma pessoa encarregada do controle de fabrico, a qual deve ter conhecimentos e experiência apropriados da tecnologia do betão e dos métodos de fabrico, de ensaio e de controle.

Equipamento e instalações

Armazenamento de materiais

Devem estar disponíveis as quantidades adequadas de materiais - cimentos, inertes, adições, adjuvantes - que garantam a manutenção do ritmo planeado de fabrico e entrega.

Os diferentes tipos de materiais devem ser transportados e armazenados de forma a evitar a sua mistura, contaminação e deterioração. Em particular:

- o cimento e as adições devem ser protegidos da humidade e de impurezas durante o transporte e armazenamento. Os vários tipos e classes de cimento e as adições devem estar claramente identificados e armazenados de modo a excluir qualquer possibilidade de engano. O cimento em saco deve ser armazenado de tal forma que seja utilizado segundo a ordem de entrega;
- os inertes de diferentes granulometrias ou tipos, se forem entregues separadamente, não devem ser misturados inadvertidamente. A segregação das diferentes fracções deve ser evitada;
- Os adjuvantes devam ser transportados e armazenados de modo que a sua qualidade não seja afectada por acções físicas ou químicas - gelo, elevada temperatura, etc. - e devem estar claramente identificados e armazenados de modo a excluir qualquer possibilidade de engano;
- Devem existir meios que permitam a fácil colheita de amostras, p. ex.: das pilhas dos silos ou das tremonhas.

Equipamento de dosagem

O equipamento de dosagem deve permitir, nas condições normais de utilização, obter a precisão estabelecida no ponto 9.2 e no quadro e da ENV 206-1.

Betoneiras

As betoneiras devem ser capazes de conseguir uma distribuição uniforme dos materiais constituintes e uma trabalhabilidade uniforme num determinado tempo de mistura, de harmonia com a sua capacidade.

Os camiões betoneira devem estar equipados de modo que o betão entregue esteja homogeneamente amassado. Para além disso, devem estar dotados com equipamento de medida, de introdução de água e de adjuvantes, quando estes elementos forem adicionados no local.

C.7.8.2. Doseamento dos Materiais Constituintes

Para a amassadura de cada betão deve dispor-se das instruções escritas referentes à amassadura, pormenorizando o tipo e quantidade dos materiais constituintes.

O doseamento dos materiais constituintes deve ser feito com a precisão indicada no quadro 11 da ENV 206-1.

O cimento, os inertes e as adições em forma de pó, convém serem doseados em peso, sendo permitidos outros métodos se se puderem obter as precisões exigidas no doseamento.

A água pode ser doseada em peso ou em volume.

Os adjuvantes e as adições líquidas podem ser doseados em peso ou em volume.

C.7.8.3. Amassadura do Betão

A mistura dos constituintes deve ser feita em betoneira até se obter uma mistura uniforme. A amassadura deve considerar-se iniciada a partir do momento em que todos os materiais se encontram na betoneira.

As betoneiras não devem ser carregadas para além da sua capacidade útil.

Quando os adjuvantes são adicionados em pequenas quantidades, devem ser dispersos numa parte da água da amassadura.

Quando no local tiverem de ser adicionados adjuvantes altamente redutores de água, em virtude da curta duração dos seus efeitos, convém amassar uniformemente o betão antes de o adjuvante em questão ser adicionado. Após a adição do adjuvante, o betão deve ser reamassado até que o adjuvante esteja completamente disperso na massa.

A composição do betão fresco não deve ser alterada após a descarga na betoneira.

C.7.9. Betonagem

C.7.9.1. Plano de Betonagem

Antes do início das betonagens, o empreiteiro deverá apresentar à Fiscalização o plano das betonagens a executar, onde se indique claramente a localização das juntas de trabalho, tendo em atenção os desenhos e pormenores do Projecto; e, eventualmente, os cálculos estruturais que o acompanham.

Ter-se-á porém sempre em atenção, que as juntas de trabalho ou de betonagem deverão ser reduzidas ao mínimo indispensável.

C.7.9.2. Pessoal, Entrega de Betão, Transporte, Colocação e Compactação

Pessoal

O pessoal envolvido no transporte, colocação e cura do betão deve ter conhecimentos, qualificação e experiência adequados para exercer a sua função específica.

No local da obra deve existir uma pessoa com experiência e conhecimentos adequados que esteja encarregada da recepção do betão e seja responsável pelas operações de transporte no local, de colocação e de cura. Ele ou um seu representante devidamente qualificado, deve estar presente durante a colocação do betão.

Entrega do betão

A entrega do betão quer este seja "betão pronto" ou fabricado no local, deve processar-se de acordo com o estipulado nos pontos 10.3, 10.4 e 11.2.1 da ENV 206-1. Não é permitida a execução de betão em obra, devendo sempre ser considerada entrega de betão pronto em obra de acordo com o acima referido.

Transporte

Os processos a utilizar para o transporte ou o transbordo do betão, desde a descarga da betoneira até ao local de aplicação, deverão ser submetidos à aprovação da Fiscalização.

A duração máxima admissível de transporte depende essencialmente da composição do betão e das condições atmosféricas. Em qualquer caso, o intervalo de tempo entre a amassadura e a colocação do betão deve ser o menor possível.

Não será permitido qualquer processo de transporte ou transbordo que possa causar segregação, assentamento ou fractura dos inertes, perda de constituintes, contaminação, excessiva secura, exagerada exposição à chuva e ao sol ou quaisquer outros inconvenientes que prejudiquem a sua qualidade.

Sempre que o betão tenha que aguardar um certo tempo antes de ser colocado em obra, deve ser depositado em local limpo, não absorvente, protegido do sol, das chuvas, de temperaturas altas ou muito baixas - das intempéries em geral - e de eventuais contaminações, de modo a que se mantenham as suas características de composição e uniformidade.

Durante o período de depósito e quando da colocação em obra, não é permitida a junção ao betão de qualquer componente, em especial água. O betão apenas poderá ser remexido, reamassado, colocado e compactado.

O tempo de permanência em depósito, deve ser o mínimo possível. Em qualquer caso, este tempo será sempre limitado pela possibilidade de boa colocação posterior, tendo em atenção os meios de compactação, a temperatura ambiente e o eventual uso de retardadores de presa.

Colocação e compactação

O betão deve ser colocado tão cedo quanto possível após a amassadura, a fim de minimizar a perda de trabalhabilidade.

Os meios a utilizar para colocar o betão "in situ", deverão estar em correspondência com as restantes instalações, com os volumes exigidos, o tipo, classe e qualidade do betão, bem como, o local da sua aplicação.

Só se deverá colocar o betão no espaço que o irá conter, depois de se verificar que este está em condições de o receber.

A colocação deve ser efectuada de modo a evitar a segregação e desagregação do betão, a perda de constituintes e a sua contaminação - especialmente quando se permite a sua queda livre - e ainda, em condições de temperatura e humidade, que permitam que a presa e o endurecimento do betão se realizem normalmente.

O enchimento deve processar-se tanto quanto possível de modo contínuo. No caso de interrupção, a escolha da localização desta, e a preparação das superfícies do betão para o recomeço da colocação, devem ser objecto de cuidados especiais.

O enchimento deve fazer-se por camadas de espessura proporcionada aos meios de compactação.

O espalhamento do betão para formar estas camadas, poderá ser efectuado por meios manuais ou mecânicos, mas nunca por vibração.

O betão deve ser cuidadosamente compactado durante a colocação, especialmente à volta das armaduras do betão armado ou pré-esforçado, das bainhas e das amarrações, e ainda, nos cantos das cofragens, de modo que se forme uma massa compacta, livre de vazios, em particular na zona do recobrimento das armaduras.

Enquanto se coloca e compacta o betão, deve haver o cuidado de não deslocar ou danificar as armaduras, cabos pré-tensionados, ancoragens e cofragens.

Salvo determinação em contrário, todo o betão será compactado com vibração mecânica à massa; ou, no caso de peças pouco espessas, com vibração especial por meio de régua ou chapas vibradoras, ou ainda, nos casos justificáveis e devidamente autorizados pela Fiscalização, por qualquer sistema de vibração à cofragem.

A vibração deverá ser caracterizada por alta frequência e pequena amplitude.

O número, a massa e a potência dos vibradores deverão estar de acordo com o volume de betão a vibrar.

A frequência será regulada de harmonia com a granulometria dos inertes e a trabalhabilidade do betão.

Cada camada deve ser vibrada até que, depois do obtido o refluimento da água e das partículas mais finas cesse a libertação de bolha de ar.

Os vibradores deverão trabalhar sempre que possível verticalmente e entrarem até atingirem a camada inferior, graças ao seu peso próprio.

Mesmo quando haja necessidade de manter o vibrador inclinado, para levar o betão a envolver as armaduras, ou, até para facilitar o seu espalhamento, dever-se-á repetir a vibração com o vibrador vertical, a fim de garantir que a camada inferior seja atingida.

A extracção dos vibradores deve ser feita lentamente, de modo a não deixar vazios.

A compactação do betão deve, portanto, ser feita de modo que o betão venha a constituir dentro dos moldes uma massa homogénea.

Após a desmontagem ou descimbramento, as superfícies do betão deverão ficar sem pedras à vista, ninhos de pedras, poros, concavidades ou convexidades.

No caso de aplicação de micro-betão projectado deverão ser inteiramente respeitadas as indicações dos fornecedores dos equipamentos de projecção, no que respeita a distância ao elemento a betonar, dimensões máximas das camadas, e tempos de aplicação do micro-betão.

C.7.10. Cura do betão

A cura deve processar-se em condições que favoreçam a presa e o endurecimento do betão.

Para tal, tomar-se-ão logo após a betonagem, as medidas convenientes face à temperatura ambiente ou outros factores que possam provocar a perda prematura da água do betão ou que impeçam a sua reacção com o ligante.

Os cuidados a ter com a cura do betão deverão ser objecto de aprovação da Fiscalização.

Em qualquer circunstância e nada sendo determinado em contrário, deverão ser observadas as normas seguintes:

- pelo menos, nas primeira setenta e duas horas após a betonagem, o betão deve ser protegido de temperaturas inferiores a 0°C;

A perda de água do betão por evaporação deve ser evitada, usando-se os seguintes meios:

- Manter as superfícies do betão protegidas pelos moldes, não os retirando prematuramente;
- Quando os moldes forem permeáveis, conservá-los humedecidos;
- Revestir as superfícies pelas quais se dá a evaporação, com materiais impermeáveis ou com materiais humedecidos;
- aplicar sobre as superfícies, por pintura, películas que contrariem a evaporação;

- manter continuamente molhadas as superfícies expostas, normalmente quando a temperatura ambiente é elevada, ou as peças de betão em causa tenham "tendência" a apresentar fissuração nos primeiros dias.

Após a aprovação da Fiscalização, estes métodos podem ser utilizados separadamente ou combinados.

As medidas de protecção contra a perda de água por evaporação devem ser mantidas a partir da betonagem durante os seguintes períodos:

- betões de cimento "Portland" normal, "portland" de ferro e Portland composto - - - 7 dias;
- betões que utilizem outros ligantes - - - 14 dias

Processos especiais de cura de betão, podem ser aplicados de acordo com técnica de eficácia comprovada e desde que aprovados pela Fiscalização. Porém, dever-se-á ter em conta as eventuais alterações das propriedades do betão, motivadas por tais processos, em particular no que se refere à evolução da resistência no tempo, à relação entre as resistências à compressão e à tracção e às propriedades reológicas.

C.7.11. Tolerâncias admissíveis

As tolerâncias admissíveis são as definidas no EC2.

Os valores das tolerâncias indicadas não devem fazer perder de vista a necessidade de, em todos os casos, se procurar cumprir tanto quanto possível os valores nominais indicados para cada peça no projecto, bem assim como, a posição relativa de cada uma em relação às restantes.

C.7.12. Particularidades

Se durante as operações de fabrico ou durante qualquer das operações de betonagem indicadas nos capítulos 8 - FABRICO e 9 - BETONAGEM desta especificação, for juntada água ou adjuvantes que alterem para além do requerido a consistência ou a máxima razão água/ligante especificada, o responsável pela decisão é também responsável pela modificação da especificação e pelas consequências técnicas resultantes.

C.8 ARGAMASSA PARA ENCHIMENTO DE REGULARIZAÇÃO E SELAGENS

C.8.1. Objectivo

Fornecer indicações técnicas gerais sobre características, condições de aplicação e colocação de argamassas não retrácteis, em regularizações de maciços ou outros elementos de betão e selagem.

C.8.2. Generalidades

A argamassa de que adiante se dão os valores da resistência à compressão, à flexão e ao arrancamento é fornecida a título indicativo, podendo para casos semelhantes serem aplicadas outras, com idênticas propriedades ou mais aconselhadas. Em qualquer caso e salvo indicações em contrário fornecidas pelo seu fabricante, as condições de aplicação e de colocação de argamassas semelhantes são, regra geral, as mesmas.

A argamassa referenciada pode ser colocada com consistência fluida, plástica ou seca.

É particularmente indicada em selagens de precisão, de bases metálicas, colunas, chumbadouros, ancoragens, tirantes, painéis préfabricados, vigas, pilares, etc., onde seja exigido a ausência de retracção, se requeiram altas resistências e/ou se pretenda uma aparência semelhante à do betão.

C.8.3. Características

Desde que nada em contrário esteja indicado nos desenhos e pormenores de projecto aplicar-se-ão na regularização de elementos de betão e em selagens, argamassas com as seguintes características:

DESIGNAÇÃO	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)		RESISTÊNCIA À FLEXÃO (MPa)		RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO (MPa)
IDADE	CONSISTÊNCIA		CONSISTÊNCIA		CONSISTÊNCIA
(Dias)	Plástica	Fluída	Plástica	Fluída	Muito plástica
1	40	28	7	6	-
3	58	35	-	8	-
7	68	45	-	9	6,2
28	80	60	12	9,8	7,8

As resistências à compressão e à flexão foram obtidas em ensaios com provetes curados, segundo as normas ASTM C 109-T.

Os testes de resistência ao arrancamento foram realizados com varões de aço - Ø10 mm - de superfície lisa, chumbados com 12 cm de profundidade, em caixas com diâmetro igual a 100 mm, executados num elemento de betão de 350 kg de cimento por metro cúbico, curado a 28 dias, a 20 °C e com 99% de humidade relativa.

C.8.4. Condições de aplicação e execução

A temperatura ambiente - a do suporte onde se aplicam as argamassas inclusive - e a humidade relativa devem ser cuidadosamente controladas antes de se iniciarem as operações de colocação.

Os valores limites indicados pelo fabricante para cada caso serão rigorosamente respeitados;

Também para cada caso o tempo de duração da mistura terá de ser mantido. Se por qualquer motivo esse tempo for excedido, a mistura feita não poderá ser utilizada. Em caso algum será permitida a aplicação de argamassas em que o seu tempo de vida esteja no limite ou tenha sido ultrapassado. Do mesmo modo, nunca será permitida a adição suplementar de água às argamassas com o objectivo de lhes conferir trabalhabilidade;

A aplicação das argamassas sobre os elementos que as irão receber só se fará quando estiverem reunidas todas as condições necessárias ao estabelecimento de uma ligação efectiva;

- As superfícies sobre as quais se colocarão as argamassas ou os elementos a ficarem nelas inseridos apresentar-se-ão limpos de todos os vestígios de produtos químicos, gorduras, tintas, ceras, fuligens, poeiras, matérias desagregáveis e destacáveis ou outros elementos que impeçam uma ligação eficaz;
- Os elementos metálicos - desde que não apresentem protecção apropriada - serão preferencialmente limpos a jacto abrasivo até ao grau Sa 2,5;
- Se as superfícies de aplicação não se apresentarem rugosas ou se pertencerem a elemento betonado há mais de 48 horas, devem ser escarificadas;
- As superfícies anteriormente referidas, tenham ou não sido escarificadas, serão limpas a jacto de ar ou escova de modo a eliminar quaisquer sujidades ou elementos que possam impedir a ligação;
- Após a limpeza atrás referida e com uma antecipação de pelo menos 24 horas em relação à aplicação das argamassas de enchimento e/ou selagem, proceder-se-á a saturação dessas superfícies com água potável.

Quando da aplicação, as superfícies deverão estar saturadas de água sem que esta ressuma ou reste empoçada em qualquer interstício. Qualquer porção de água que reste empoçada deve ser eliminada;

- A preparação das argamassas deve ser feita tão perto quanto possível do local de aplicação;

- Dever-se-á dispor de pessoal e utensílios que permitam manter uma laboração e aplicação contínua;
- Nas amassaduras só se poderá utilizar água potável.

A água deve adicionar-se lentamente de modo a obterem-se misturas homogéneas;

- Em amassaduras diferentes, para a mesma quantidade de ligante, utilizar-se-á mesma quantidade de água. As argamassas obtidas em diferentes amassaduras serão iguais e uniformes;
- As cofragens a utilizar deverão ser lisas, uniformes, sólidas e bem fixas;
- Do lado do vazamento a cofragem deve fazer um ângulo de 135° com as superfícies de enchimento.

Desse lado deve deixar-se um espaçamento de aproximadamente 7,5 cm para que a argamassa flua sem impedimento. Dos restantes lados deixar-se-á um espaçamento de pelo menos 1,5 cm. A entrada da argamassa deve processar-se a 15 cm de altura ou mais, de um único lado;

- O vazamento deve processar-se de forma contínua, proporcionando à argamassa que flua e deslize rápida e uniformemente, preenchendo todos os volumes e espaços oferecidos sem desligamentos e sem a formação de bolhas de ar. De preferência encher-se-ão primeiro as aberturas de selagens de chumbadouros;
- Durante o vazamento e o processo de cura serão paradas todas as máquinas susceptíveis de provocar vibrações na argamassa. A argamassa nunca deverá ser vibrada. A sua uniformidade deverá ser obtida somente à custa da operação de amassadura.

C.8.5. Acabamento e cura

A cura das argamassas é uma operação muito importante, pelo que, após a presa e pelo menos durante 48 horas, se deverão manter as superfícies expostas cobertas com panos húmidos.

O acabamento das superfícies expostas será feito à colher de pedreiro na altura do início da presa.

Após a descofragem sobre as superfícies expostas será aplicada uma pintura com um produto selante indicado para tal pelo fornecedor das argamassas.

C.8.6. Particularidades

As argamassas sem retracção não devem ser aplicadas quando:

- se requeiram consideráveis atrasos entre a sua confecção e a sua colocação;
- as superfícies que as vão receber não possam ser saturadas de água 24 horas antes;

- em selagens de máquinas que tenham de entrar em funcionamento 24 horas - ou menos depois da sua aplicação.

Se para as selagens e enchimentos de regularização com argamassas sem retracção é de boa norma, a consulta e assistência do pessoal da firma fornecedora dos produtos, sempre que se observem as condições acima referidas tornar-se-á essa assistência e consulta obrigatória, bem como, a observância das regras impostas pelo Fabricante para cada caso específico.

As selagens e enchimentos de regularização que por indicação dos desenhos e pormenores de projecto não sejam executadas com argamassas sem retracção sê-lo-ão com argamassas cuja composição obedeça às indicações aí fornecidas, seguindo-se todavia - desde que aplicáveis - quanto às fases de execução, todas as condições indicadas no ponto 4 desta Especificação.

C.9 COLOCAÇÃO DE PEÇAS EMBEBIDAS EM BETÃO / ALVENARIA

C.9.1. Objectivo

Fornecer indicações técnicas gerais sobre a colocação de peças embebidas em betão.

C.9.2. Métodos de colocação

Segundo as dimensões, natureza e funções de cada peça, assim o seu posicionamento e fixação será executado de acordo com os seguintes métodos:

a) Peças posicionadas durante a betonagem

Colocação e posicionamento definitivo quando da betonagem do elemento onde se inserem, exigindo ou não selagem - fixação complementar.

b) Peças posicionadas posteriormente à betonagem

Colocação e posicionamento posterior à betonagem do elemento onde se inserem exigindo uma selagem posterior - fixação complementar.

C.9.3. Escolha do método

Independentemente do método escolhido, as tolerâncias planimétricas e altimétricas permitidas à colocação das peças são em geral muito exigentes quando não nulas.

Por esta razão, em qualquer dos métodos deve ser exigido a utilização de meios e/ou sistemas que garantam em relação a cada peça um posicionamento final correcto.

Regra geral as peças são acompanhadas de marcas ou referências que permitam seguir durante a betonagem a manutenção da sua verticalidade e azimutagem correcta.

Para peças de grande envergadura ou cujo posicionamento o exija, justifica-se a presença permanente de aparelhos topográficos e operadores que assegurem a exactidão desse posicionamento.

Para peças menos possantes ou para as quais não é exigido um posicionamento e verticalidade tão rigoroso poder-se-á recorrer a fios de nylon esticados sobre marcas ou referências previamente estabelecidas, podendo o nivelamento ser obtido com um nível de pedreiro de comprimento razoável.

Quando o método de colocação não estiver completamente esclarecido nos desenhos e pormenores de projecto caberá ao Empreiteiro defini-lo e propô-lo à aprovação da Fiscalização.

Dever-se-á atender que as características de colocação do betão e os meios escolhidos para a sua compactação podem fazer rejeitar o método definido na alínea a) do ponto 2 desta especificação. Do mesmo modo, razões que ponham em causa a aderência das peças ao betão deverão fazer rejeitar a escolha do método definido na alínea b) do mesmo ponto.

Escolher-se-á alternativamente o método a utilizar, de acordo com as dimensões, funções e características de cada peça.

Quando se tratar de equipamentos especiais, como por exemplo: compressores, crivos, etc, deverá ser o próprio fabricante desses equipamentos a especificar objectivamente o método ou métodos a utilizar. Na ausência destas indicações o Empreiteiro obriga-se a obtê-las e a executar o trabalho - depois de ter dado conhecimento à Fiscalização das informações obtidas - de acordo com elas.

C.9.4. Peças posicionadas durante a betonagem

Como é evidente, neste caso, são dispensáveis tacos, cofragens ou aberturas prévias para colocação das peças.

As peças a colocar podem ser de dois tipos:

- Peças não exigindo selagem posterior;
- Peças exigindo selagem posterior

No primeiro caso, a peça fica integralmente posicionada, não lhe sendo permitido posteriormente qualquer correcção planimétrica ou altimétrica.

No segundo caso, a peça é normalmente composta por uma manga e haste - esta última colocada no interior da manga - metálica e, pretende-se a colocação da peça sem que o betão penetre no interior da manga deixando a haste livre para posteriores pequenos acertos planimétricos ou altimétricos.

Este último sistema, como é evidente, exige a selagem posterior da haste, enchendo-se a manga - depois de posicionado o equipamento correspondente - com a argamassa indicada nos desenhos e pormenores de projecto.

C.9.5. Peças posicionadas posteriormente à betonagem

Este método oferece uma maior liberdade que os anteriores, uma vez que o posicionamento e nivelamento das peças de fixação de equipamento se faz, quando este está já, também, perfeitamente posicionado.

O problema consiste fundamentalmente em deixar aberto nos elementos a betonar - com as dimensões e localizações correctas - "caixas", "cavidades", "aberturas" ou "orifícios" onde, as peças de fixação de equipamento se possam movimentar e posicionar em conjunto com o equipamento.

Uma vez concluída esta operação haverá que proceder à obturação - com uma argamassa adequada e suplementar - dessas "caixas", "cavidades", "aberturas" ou "orifícios", dando ao conjunto uma posição consistente e definitiva.

São condição indispensável para a execução dessas aberturas que os elementos inseridos para a sua moldagem sejam de fácil desmontagem.

Assim, quando se aplicarem elementos de madeira maciça, devem esses elementos ter forma de tronco de pirâmide; ou, em alternativa, quando compostos por mais de um elemento, conjuntos de tábuas em cunha que permitam igualmente uma fácil retirada; ou ainda, moldes de poliestireno ou de material semelhante, facilmente desagregáveis.

Quando se aplicarem "caixas" a ficarem inseridas estas devem ser de chapa fina de ferro galvanizado, de zinco, etc.

Conforme os elementos de fixação o exijam, as cofragens poderão apresentar formas mistas, combinações cúbicas com formas paralelepípedicas, desenvolvimentos laterais cúbicos, etc.

C.9.6. Fixação complementar

Consiste esta operação na selagem ou fecho dos orifícios, caixas ou cavidades deixadas em aberto, de modo a solidarizar definitivamente os elementos de fixação de equipamentos ou estruturas.

A selagem far-se-á através da aplicação de argamassas de composição igual à do elemento de betão, de composição especial ou de uma argamassa sem retracção, de acordo com as indicações fornecidas nos desenhos e pormenores de projecto.

Seja qual for a argamassa de selagem aplicada, importa que a obturação se faça o mais rapidamente possível à execução da cavidade. Sempre que a selagem se faça depois de decorridos 48 horas após a execução da cavidade, as faces desta deverão ser picadas, limpas e preparadas para receber a argamassa.

C.10 ESTRUTURAS METÁLICAS

C.10.1. Objectivo

Fornecer indicações técnicas gerais sobre estruturas metálicas, características dos aços e modo de execução do trabalho.

C.10.2. Prescrições gerais

C.10.2.1. Generalidades

As estruturas metálicas a fornecer e a montar compreenderão todos os elementos metálicos e todos os órgãos de ligação tais como: rebites, parafusos, anilhas, porcas, etc., além dos eléctrodos para as soldaduras a efectuar.

Os perfilados, chapas e os elementos de ligação que constituirão as estruturas serão de aço, com as características indicadas no EC3 – Projecto de Estruturas Metálicas em Edifícios.

As estruturas serão constituídas por elementos de aço novo - ainda não utilizados - trabalhados segundo técnica correcta e adequada à obra, aos elementos e estruturas em que vão ser aplicados.

C.10.2.2. Marcação

Todas as peças devem ser convenientemente marcadas na oficina de modo que não se levanten dúvidas na montagem quanto à posição que devem ocupar.

Os elementos estruturais serão identificados por marcas executadas a punção ou marcador de tinta indelével.

As marcas a tinta indelével serão executadas após pintura de oficina.

Quando a complexidade da obra o exija, a peça para além da sua marca de identificação terá outras indicativas do, ou dos elementos a que se liga. Sempre que o Dono-da-Obra o exija, para além destas, haverá marcas referenciando o número ou números dos desenhos em que figura.

Em qualquer caso, as marcas serão executadas em locais de fácil identificação, e, quando feitas a punção, o local da sua marcação devidamente assinalado.

C.10.3. Características gerais dos materiais

C.10.3.1. Características dos aços

Os aços a utilizar deverão possuir textura compacta e homogénea, não ter inclusões, fendas ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização.

A caracterização dos diferentes tipos de aços deve ser efectuada com base no conhecimento das suas propriedades mecânicas - determinadas por ensaio de tracção, de dobragem, de resiliência e, eventualmente de choque e de dureza - da sua soldabilidade e da sua composição química.

Os ensaios para a determinação das características anteriormente referidas devem ser efectuadas de acordo com as normas portuguesas e/ou as Euronormas em vigor correspondente ao tipo e às características dos aços aplicados.

C.10.3.2. Aços em perfis e chapas

Os perfis e as chapas a utilizar deverão ter as dimensões, as secções e as formas indicadas nos desenhos de projecto, apresentarem-se desempenadas, com as superfícies lisas e sem rebarbas nas extremidades cortadas.

As tolerâncias dimensionais e de massa admissível são as fixadas nas normas portuguesas indicadas no EC3 correspondente ao tipo e às características dos aços aplicados.

Os perfilados designados em desenhos e pormenores de projecto poderão ser substituídos por perfis equivalentes desde que a qualidade do aço satisfaça as mesmas condições e a Fiscalização aprove.

Poderão ser utilizados aços diferentes dos referidos, desde que, possuam características que não diminuam ou ponham em risco a segurança, durabilidade e conservação das estruturas onde vão ser aplicadas.

Nestes casos é obrigatória a apresentação prévia de cálculos justificativos da segurança das estruturas, de ensaios de controlo de fabrico dos aços, de certificados das suas características mecânicas e químicas e de todos os elementos que permitam uma avaliação exaustiva e correcta da sua aplicabilidade e duração.

Mesmo quando a qualidade dos aços obedeça ao EC3, a Fiscalização pode sempre exigir a apresentação de ensaios de controlo de fabrico, ensaios de recepção ou outros, de acordo com a legislação e normas atrás citadas.

C.10.3.3. Ligações

As ligações entre elementos das estruturas podem ser executadas por rebitagem, aparafusamento ou soldadura.

Numa mesma ligação deve-se evitar a utilização de soldadura em conjugação com rebitagem ou com aparafusamento.

Todas as ligações se devem efectuar sem a introdução de esforços importantes nas peças. Nos casos em que tal esteja previsto dever-se-á proceder à sua verificação por métodos apropriados.

A introdução de repuxos para acerto das peças deve fazer-se sem deformar os furos.

Rebites

Os rebites a utilizar nas ligações devem satisfazer ao especificado nas normas aplicáveis.

Os valores característicos da tensão de cedência a adoptar para o aço dos rebites devem ser considerados iguais aos correspondentes valores garantidos mínimos indicados naquelas normas.

Parafusos

De acordo com as indicações fornecidas para cada projecto nos respectivos desenhos, poder-se-ão utilizar um dos dois ou ambos os tipos de parafusos a seguir mencionados: parafusos correntes e/ou parafusos de alta resistência.

Os parafusos, porcas e anilhas a utilizar nas ligações devem satisfazer ao especificado nas normas aplicáveis.

Metal de adição para soldadura

O metal de adição para soldadura deve apresentar propriedades mecânicas não inferiores às do metal de base e possuir as adequadas características metalúrgicas em face da natureza do metal de base, do processo de soldadura utilizado, do tipo de cordões a executar, das condições em que é efectuada a soldadura e ainda de eventuais exigências relativas à utilização da estrutura. Para o efeito, devem ser tidas em consideração as normas aplicáveis.

A natureza e o diâmetro dos eléctrodos devem ser ainda apropriados ao tipo de soldadura a efectuar e às características da corrente a utilizar.

C.10.4. Execução e dimensionamento das peças

9.4.1 Regras gerais de execução

- A traçagem será feita com precisão e de acordo com o projecto;
- Desde que no projecto sejam indicadas contra-flechas, devem estas ser tidas em consideração na traçagem e devidamente distribuídas para que a forma final seja a que se pretende;
- As peças devem ser desempenadas segundo as tolerâncias especificadas no projecto; ou, na falta dessa indicação, segundo as tolerâncias usuais;
- Os cortes efectuados a maçarico ou por arco eléctrico serão posteriormente afagados sempre que a irregularidade da zona de corte prejudique a execução das ligações;
- A abertura dos furos deve em geral ser realizada por brocagem. No caso de ligações importantes a abertura dos furos deve fazer-se:
 - ou por brocagem simultânea dos diversos elementos a ligar, ou por brocagem ou punçoamento de diâmetro pelo menos 3 mm inferior ao diâmetro definitivo e posterior mandrilagem realizada com as peças convenientemente ligadas;
- Somente se admite a abertura de furos por punçoamento sem posterior mandrilagem no caso de furos que não tenham função estrutural importante.

C.10.5. Montagem

C.10.5.1. Regras gerais de montagem

Na montagem das estruturas devem respeitar-se as prescrições da regulamentação em vigor sobre segurança no trabalho de Construção Civil.

C.10.5.2. Montagem em obra

O plano de montagem e os meios utilizados terão de ser apreciados pela Fiscalização e merecer a sua aprovação.

A montagem em obra será feita verificando cuidadosamente e respeitando a verticalidade, os alinhamentos e as cotas.

Durante a manipulação dever-se-á evitar danificar as peças ou o seu acabamento, se já o houver.

As torções e outros danos ocasionados nas peças pelo seu transporte, manuseamento e manutenção não só deverão ser evitados, como quando se verificarem, corrigidos. As correcções a efectuar serão sempre feitas a frio.

De igual modo, após a montagem, se se verificarem que por essa acção foram introduzidos nas peças esforços e deformações indevidas, serão essas peças desmontadas e corrigidas.

Se os danos provocados atingirem uma gravidade tal que em obra não possam ser corrigidos sem perigo para os elementos estruturais, deverão estas peças ser devolvidas à oficina.

Todas as reparações serão executadas por conta do Empreiteiro.

C.10.5.3. Ligações

Ligações rebitadas

Não serão consideradas ligações rebitadas neste projecto.

Ligações aparafusadas correntes e pré-esforçadas

Para o dimensionamento das ligações aparafusadas deve seguir-se o exposto no EC3.

Na execução de ligações aparafusadas correntes, respeitar-se-ão as seguintes condições:

- Os diâmetros dos parafusos devem ser 1 mm ou 2 mm inferiores aos diâmetros dos furos, conforme se trate de parafusos «brutos» ou «ajustados»;
- A parte não roscada da espiga dos parafusos deve ter comprimento suficiente para abranger toda a espessura dos elementos a ligar, isto é, a parte roscada deverá iniciar-se na zona correspondente à espessura da anilha;
- O roscado do parafuso deve sobressair pelo menos um filete das respectivas porcas;
- O aperto dos parafusos deve ser o suficiente para garantir a eficiência das ligações, tendo-se em atenção que um aperto exagerado produz estados de tensão desfavoráveis nos parafusos;
- Os parafusos serão em geral munidos de anilhas, em cuja espessura deve terminar a parte roscada. Só se poderá dispensar o uso de anilhas desde que as ligações sejam pouco importantes e se verifique que a zona lisa da haste do parafuso é suficiente para transmitir à chapa os esforços a que o parafuso está sujeito;
- No caso de as superfícies sobre as quais se faz o aperto dos parafusos não serem normais aos eixos destes, devem colocar-se anilhas de cunha, de modo que o aperto não introduza esforços secundários nos parafusos;

- Sempre que se verifiquem condições que possam conduzir ao desaperto dos parafusos em serviço, por exemplo vibrações, devem utilizar-se dispositivos que impeçam esse desaperto, tais como anilhas de mola ou contra-porcas;
- Em parafusos de alta resistência utilizar-se-ão porcas de aço que sejam no mínimo, de classe imediatamente inferior à do aço do parafuso correspondente;
- Os parafusos das ligações com dilatação, serão munidos de contra-porcas. O aperto da porca deverá permitir a livre dilatação.

Na execução de ligações aparafusadas pré-esforçadas respeitar-se-ão condições anteriormente enunciadas desde que aplicáveis e ainda:

- As superfícies dos elementos a ligar devem ser cuidadosamente limpas de quaisquer matérias susceptíveis de provocarem uma diminuição do atrito entre si - ferrugem, gordura, pintura, água, etc. A limpeza será feita a jacto abrasivo ou outro processo de características adequadas, devendo executar-se em curto prazo - algumas horas - a montagem da ligação de modo a evitar que as superfícies se oxidem;
- Aos parafusos devem ser aplicados os momentos de aperto especificados no projecto, utilizando chaves dinamométricas aferidas - erro máximo de $\pm 10\%$;
- Posteriormente à montagem deverá ser verificado, em pelo menos 10% do número total dos parafusos, se estão instalados os momentos de aperto especificados. Para isso será medido o valor do momento necessário para fazer desapertar a porca de um sexto de volta; este valor deverá ser, no mínimo, 75% do momento de montagem;
- Os parafusos devem ser munidos de anilhas, uma do lado da cabeça e outra do lado da porca. Mediante justificação a primeira poderá ser eliminada em parafusos cujas cabeças possuam dimensões estudadas de forma que possam transmitir com segurança às chapas o pré-esforço instalado nos parafusos.

Ligações soldadas

Para o dimensionamento das ligações soldadas deve seguir-se o exposto EC3.

Quando a espessura e o tipo de cordões estiverem indicados nos desenhos de projecto estas indicações prevalecerão sobre as atrás indicadas.

Na execução de ligações soldadas empregar-se-ão processos de soldadura de eficiência comprovada, nomeadamente as soldaduras por arco eléctrico e a soldadura oxi-acetilénica, devendo respeitar-se as normas portuguesas em vigor e, em particular as condições enunciadas a seguir:

- O trabalho de soldadura, na qual deve ser utilizada a aparelhagem conveniente, só poderá ser executado por pessoal devidamente qualificado;

- Na soldadura por arco eléctrico as características das correntes e a natureza e o diâmetro dos eléctrodos devem ser apropriados à qualidade dos materiais e ao tipo de ligação a efectuar;
- As superfícies a soldar devem estar bem limpas e sem escórias. No caso de o cordão ser obtido por várias passagens, deve proceder-se, antes de cada nova passagem, à repicagem das escórias por um processo adequado e à limpeza a escova de arame;
- Tanto as zonas a soldar como os eléctrodos devem estar bem secos;
- Os cordões devem ficar isentos de irregularidades, poros, fendas, cavidades ou outros defeitos;
- Na realização das soldaduras deve seguir-se a ordem de execução e as disposições construtivas indicadas no projecto. Quando o projecto for omissivo a este respeito, devem tomar-se as precauções convenientes para reduzir as tensões devidas às operações de soldadura e para que as peças fiquem nas posições pretendidas;
- Não é, em geral, necessário proceder ao recozimento das peças para eliminação das tensões provenientes das operações de soldadura. Quando for considerado necessário, deve a respectiva indicação constar explicitamente do projecto;
- Deve-se procurar reduzir ao indispensável o número de soldaduras a efectuar fora da oficina. De igual modo se devem utilizar dispositivos que permitam reduzir ao mínimo as soldaduras de difícil execução, em particular as soldaduras de tecto.

C.10.6. Fiscalização

A acção fiscalizadora poderá exercer-se tanto na oficina como na obra, devendo o Empreiteiro facilitar essa acção. Assim:

- O Empreiteiro apresentará quando lhe forem solicitados, os boletins de ensaio comprovativos dos diferentes materiais utilizados e eventualmente deverá fornecer as amostras indispensáveis para a comprovação daquelas propriedades;
- Quando julgado necessário, nomeadamente em soldaduras solicitadas a esforços importantes, será exigido o seu controlo, por métodos não destrutivos (radiografia ou ultra-sons);
- Concluída a execução, a Fiscalização realizará uma inspecção cuidada de toda a obra.

A Fiscalização recusará aceitar o trabalho sempre que se verifiquem ligações mal-executadas, desvios da verticalidade, horizontalidade ou posicionamento incorrecto das peças, bem como, torções ou tensões indevidas introduzidas na estrutura.

C.10.7. Ensaios

Quando for julgado conveniente e, em especial nos casos em que tiverem sido utilizados métodos de dimensionamento, materiais ou processos de execução não usuais, deve proceder-se à realização de ensaios com vista a averiguar a segurança da obra.

Os ensaios consistirão em geral, na aplicação de solicitações convencionais representativas das previstas no projecto (as quais, de preferência, serão atingidas por acréscimos graduais), e na medição dos valores máximos e residuais, de deslocamentos, de extensões e de distorções.

A segurança da obra deve ser julgada a partir dos resultados dos ensaios dos materiais e dos ensaios da estrutura e da sua comparação com os valores previstos no projecto.

C.10.8. Particularidades

Os elementos serão fornecidos e montados já galvanizados de acordo com a especificação respetiva.

A pintura será executada posteriormente à montagem.

Para a execução do esquema de aparelho e pintura dos elementos metálicos serão consultadas as especificações correspondentes.

C.11 PINTURAS DE SUPERFÍCIES METÁLICAS

C.11.1. Objetivo

Fornecer as condições técnicas gerais a que devem satisfazer os materiais e a execução dos trabalhos de pintura sobre superfícies metálicas quer em oficina quer na obra; e ainda, as repinturas parciais ou totais, incluindo em qualquer caso, o trabalho de preparação das superfícies a pintar.

Na sua aplicação a cada caso concreto será esta Especificação Geral completada por uma especificação em que se assinalam, além dos produtos a utilizar, as condições particulares exigidas em relação a esse trabalho.

Todos os trabalhos de tratamento e pintura de superfícies metálicas, deverão ser executados de acordo com a legislação vigente, nomeadamente a ISO12944:2018, relativamente a esquemas de pintura, e a EN ISO 8501-3, relativamente a preparação de superfícies para pintura, devendo ser cumpridos os materiais e espessuras mínimas para a durabilidade alvo indicada em projecto.

C.11.2. Definições

C.11.2.1. Trabalhos de pintura

Por trabalhos de pintura entende-se a série de operações que incluem a preparação das superfícies, o seu pré-tratamento - quando necessário - e a aplicação das tintas.

Também se inclui sob esta designação o fornecimento de todos os materiais, equipamento - abrangendo o próprio equipamento de protecção e segurança do pessoal - e a mão-de-obra necessários à realização desses trabalhos.

C.11.2.2. Tinta

Usado em sentido geral este termo abrangerá as tintas propriamente ditas, os primários, os vernizes, os esmaltes, os betumes e quaisquer outros produtos orgânicos ou inorgânicos, quando de aplicação idêntica à das tintas.

C.11.2.3. Pintura em oficinas

As pinturas realizadas antes da montagem e fora do local desta.

C.11.2.4. Pinturas na obra

As pinturas realizadas no local da montagem, antes ou depois desta.

C.11.2.5. Repinturas

As pinturas realizadas em objectos já anteriormente pintados e após terem entrado em serviço.

C.11.3. Armazenagem de tintas

- Todas as Tintas e diluentes deverão ser armazenados em locais bem ventilados e protegidos de faíscas, chamas, acção directa dos raios solares, de calor e/ou frio excessivo.
- Sempre que seja possível as tintas e os diluentes deverão ser armazenados em edifícios ou barracões próprios.
- As tintas susceptíveis de deterioração a temperaturas baixas deverão ser armazenadas em compartimentos aquecidos.
- Todas as Embalagens deverão ser conservadas por abrir até à sua utilização. As embalagens que já tenham sido abertas deverão ser usadas em primeiro lugar.
- Quando uma embalagem de tinta ficar quase vazia, dever-se-á mudar o seu conteúdo para outro recipiente de menor capacidade. Um volume de ar relativamente grande dentro das embalagens ocasiona a perda da qualidade das tintas e, portanto, a interdição do seu emprego.
- Em caso algum se utilizarão tintas que se tenham deteriorado durante armazenagem.
- Na armazenagem das tintas, o empilhamento das embalagens deverá ser tal, que torne sempre possível utilizar em primeiro lugar as tintas mais antigas e não as das remessas recentemente chegadas.
- As diferentes qualidades de materiais serão arrumadas em lotes separados e perfeitamente identificáveis.
- O Empreiteiro terá que ter sempre em depósito as quantidades de materiais necessárias para garantir o andamento normal dos trabalhos.
- Todas as Embalagens deverão ser convenientemente etiquetadas de modo a poderem ler-se claramente durante todo o tempo de utilização, os elementos originários do Fabricante, como sejam:
 - A identificação da tinta, o número de série, data de fabrico, instruções especiais de aplicação, etc.
 - Não será permitido manter ou criar fontes de calor junto de recipientes com tinta ou nos locais onde possa haver forte concentração de vapores de diluentes, particularmente quando estes são muito voláteis e/ou inflamáveis.

C.11.4. Diluições e misturas

- Sempre que se forme uma película sobre a tinta dever-se-á removê-la com cuidado. A película será cortada junto à parede da embalagem de modo a sair inteira.
- Depois de cortada a película, dever-se-á mexer a tinta para desfazer completamente o «depósito» de pigmentos que possa existir.

- Contudo, se a película formada for suficientemente espessa para afectar a composição da tinta, esta não poderá ser utilizada.
- Durante a aplicação, a tinta terá de se apresentar sempre com um aspecto uniforme. Para isso deverá ser agitada vigorosamente antes e ao longo dessa aplicação.
- Quando a embalagem original contenha mais do que 20 litros de tinta, a agitação terá que ser feita por meios mecânicos com um agitador adequado. Só será permitido utilizar agitação manual para embalagens até àquela capacidade, inclusivé.
- Só se poderá vazar tinta da embalagem original para outras mais pequenas quando todo o pigmento estiver incorporado no veículo. A fim de facilitar a dispersão do pigmento sedimentado na embalagem original poderá ser conveniente transferir parte do veículo para uma lata limpa. Obtida aquela dispersão repôr-se-á a porção do veículo retirada, procedendo-se em seguida a nova agitação para completa homogeneização do produto.
- O fundo da embalagem original, quando vazia, deve ser inspeccionado a fim de se verificar se ali ficou pigmento por incorporar, sinal de que a dispersão foi imperfeita.
- Todas as Tintas com pigmento, depois de devidamente uniformizadas, devem ser filtradas. Os filtros utilizados devem ter uma malha que retenha somente as películas ou os corpos estranhos e não o próprio pigmento.
- Só será permitida a adição de diluente se for absolutamente necessário. Regra geral as tintas para aplicação à trincha ou a rolo já vêm do fabricante com a consistência (viscosidade) própria. As tintas para aplicação à pistola, se não forem especificadas para tal fim, necessitarão de diluente. Sempre que se proceder à diluição das tintas e para cada tipo terão que ser respeitadas as proporções indicadas pelo seu fabricante.
- O tipo de diluente a adicionar terá de ser o especificado pelo fabricante da tinta pois depende da formulação desta.
- O diluente só poderá ser usado na altura da abertura da embalagem da tinta e para a operação de mistura (dispersão do pigmento). Tal operação será efectuada pelo responsável do empreiteiro na obra, que pela adição do tipo e quantidade adequada de diluente colocará a tinta na viscosidade conveniente.
- Em caso algum será permitido aos pintores adicionar diluente no seu recipiente individual de pintura, mesmo sob o pretexto de o tempo ter arrefecido.
- Sempre que possível os diluentes deverão ser armazenados à parte, de modo a evitar-se a possibilidade de diluições fortuitas não autorizadas.
- Nunca se deverá adicionar às tintas produtos de outros fabricantes. Das diferenças de formulação poderão resultar incompatibilidades com efeitos prejudiciais que só mais tarde se notarão.
- Nunca se poderão adicionar quaisquer produtos às tintas sem o conhecimento e acordo da Fiscalização.

C.11.5. Limpeza das superfícies

As superfícies a pintar serão limpas de acordo com as normas americanas do «Steel Structure Painting Council» ou dos «Standards Visuais Suecos SIS 055900 - 1967». Dão-se a seguir as suas equivalências.

Graus de Limpeza	SSPC	SIS 055900-67
Limpeza com solventes	SP-1-63	
Escovagem manual	SP-2-63	St2
Escovagem c/ferramentas	SP-3-63	St3
Limpeza por meio de chama	SP-4-63	
Jacto abrasivo a metal branco	SP-5-63	Sa3
" " comercial	SP-6-63	Sa2
" " de passagem rápida	SP-7-63	Sa1
Limpeza química, por electrólise ou ambas	SP-8-63	
Exposição ao tempo seguida de limpeza a jacto abrasivo de grau SSPC 5, 6, 7 ou 10	SP-9-63T	
Jacto abrasivo a quase metal branco	SP-10-63T	Sa2.5

- Se após a preparação da superfície e antes da aplicação da tinta, aquela vier por qualquer motivo a apresentar pontos de ferrugem, ter-se-á de proceder a nova limpeza com o grau especificado inicialmente.
- Por isso a primeira demão de tinta deverá ser aplicada a seguir à limpeza da superfície.
- Óleos, gorduras, terras, pó ou quaisquer matérias estranhas que por qualquer motivo, se tenham depositado na superfície a pintar, terão que ser completamente removidos antes da aplicação de qualquer demão.
- Antes da aplicação da primeira camada de tinta ou mesmo entre camadas diferentes, terá de haver cuidados especiais para evitar que a superfície a pintar seja contaminada com sais, ácidos, alcalis ou outros produtos químicos corrosivos.
- Mesmo nos casos em que não tenha sido especificado qualquer grau de limpeza, todas as sujidades - ferrugem, carepa, pingos de soldadura, manchas de óleo, gorduras e, dum modo geral, todas as matérias estranhas - terão que ser removidas. Caso contrário a adesão da tinta será precária.
- As pinturas deverão ser programadas de modo a evitar que poeiras ou quaisquer outros corpos estranhos possam vir a depositar-se sobre superfícies com tinta ainda húmida. Todas as partes que não devam ser pintadas terão que ser cuidadosamente resguardadas dos trabalhos de pintura.
- Na limpeza a jacto abrasivo, qualquer que seja o grau definido ter-se-á que ter em conta o seguinte:

a) todo o trabalho de decapagem de uma determinada superfície terá que ser realizado sequencialmente, incluindo a aplicação da primeira demão de primário ou de «wash-primer». As zonas em que o primário ou o «wash-primer» não tenham sido aplicados a seguir à decapagem e tenham ficado a aguardar pintura terão de ser novamente decapadas.

Contudo, sujeito à aprovação da Fiscalização, o Empreiteiro pode inicialmente realizar uma primeira decapagem grosseira; e, quando se encontrar pronto para pintar, completar a operação com a decapagem final;

b) a decapagem de uma dada superfície só poderá ser aceite desde que tenha sido realizada em condições de humidade relativa de ambiente inferior a 85% e de temperatura da superfície do elemento a decapar superior à temperatura do termómetro húmido adicionada de 3° C;

c) todos os depósitos de óleos ou gorduras terão que ser previamente retirados das superfícies a decapar por meio de solventes apropriados.

Se os óleos ou gorduras forem removidos a jacto abrasivo, o abrasivo não poderá recircular, a fim de não contaminar as outras superfícies não engorduradas.

d) se após a decapagem surgirem novas gorduras estas serão limpas com os solventes apropriados e novamente decapadas.

e) o ar comprimido nas decapagens terá que estar isento de águas e óleos.

f) os sulcos das superfícies decapadas não poderão exceder 1/3 da espessura total do filme seco a aplicar.

g) entre zonas já decapadas e pintadas e zonas não decapadas deve-se deixar sempre uma faixa de 30 cm de largura decapada e por pintar. Esta prática tem por objectivo - quando da continuação dos trabalhos de decapagem - evitar a incidência do abrasivo sobre a tinta recentemente aplicada, uma vez que a faixa pré-decapada precisará duma passagem de jacto abrasivo muito menos demorada.

C.11.6. Pré-tratamento

Não é necessário ter sempre em consideração a existência de tratamentos prévios. Regra geral serão omitidos sempre que se tratar de pinturas expostas a ambientes atmosféricos normais.

Contudo, quando forem considerados necessários serão especificados segundo as normas americanas do «Steel Structure Painting Council», tomando em consideração as indicações do fabricante do produto a utilizar.

Pré-tratamento	SSPC
Óleo molhante	Pt-1-64
Fosfatização a frio	Pt-2-64
«Wash-primer» em duas embalagens	Pt-3-64
Fosfatização a quente	Pt-4-64
«Wash-primer» numa só embalagem	Pt-5-64P

- Após limpeza, a lavagem de superfícies metálicas com soluções de inibidores, a fim de evitar a ferrugem, não será permitida sem autorização prévia. Esta lavagem será considerada como um pré-tratamento.

- Após a aplicação de um pré-tratamento - antes da aplicação da primeira demão de tinta - deverá deixar passar o tempo suficiente - a indicar pelo Fabricante do produto - de modo a permitir que a acção química do pré-tratamento se exerça completamente.

- Quando se utilizar um pré-tratamento em duas embalagens, não se poderá em caso algum, exceder o tempo de vida da mistura indicado pelo seu Fabricante. As suas instruções quer no que respeita ao seu fabrico quer às condições de aplicação terão de ser rigorosamente observadas.

C.11.7. Aplicação da tinta

C.11.7.1. Modos de Aplicação

Os processos de aplicação das tintas serão sempre executados de acordo com as instruções fornecidas pelo seu Fabricante. Da execução incorrecta de um processo de aplicação poderão resultar graves danos no sistema de pintura que a verificarem-se são motivo de rejeição das pinturas.

O Empreiteiro obriga-se a utilizar e a aplicar os processos e os sistemas de pintura que indicou ou aceitou na sua proposta, a não ser que, no decorrer dos trabalhos, outros processos e outros sistemas - depois de propostos à Fiscalização e por esta aceites - se venham a revelar mais eficientes ou indicados.

Sejam quais forem os materiais e o seu modo de aplicação nunca se deverão executar camadas excessivamente espessas. Estas normalmente originam escorrimentos nas superfícies inclinadas e formam rugosidades nas superfícies horizontais, causando aspectos deficientes que são motivo de rejeição.

A aplicação das tintas será feita de modo a cobrir toda a superfície a pintar, incluindo os seus acidentes: - cantos, arestas, etc. - com uma camada uniforme de filme seco de espessura nunca inferior ao especificado. É por isso conveniente que o Empreiteiro proceda a medições do filme logo

após a sua aplicação, a fim de poder prever a espessura resultante final e tomar a tempo as medidas de correcção que se mostrem eventualmente necessárias.

Nenhuma tinta, qualquer que seja o seu modo de aplicação, poderá ser aplicada em condições de iluminação deficientes.

C.11.7.2. Aplicação à trincha

a) as trinchas planas e largas são as mais convenientes para as grandes superfícies não devendo a sua largura ser superior a 5 polegadas (12,7 centímetros).

Considera-se por outro lado que as trinchas ovais ou redondas são melhores para a pintura de superfícies irregulares, ou com rebites, parafusos, porcas, etc.

b) as zonas inacessíveis à pintura com trincha serão pintadas por pulverização ou com o auxílio de escovilhões.

c) os pelos das trinchas que fiquem aderentes à pintura serão imediatamente removidos.

C.11.7.3. Aplicação a rolo

A pintura com rolo deve ser limitada às superfícies planas ou ligeiramente curvas.

Os rolos serão do tipo e qualidade adequado a assegurarem a continuidade do filme e as espessuras requeridas.

C.11.7.4. Aplicação por pulverização

a) O equipamento de pulverização será equipado com reguladores de pressão e manómetros e mantido em estado de conservação que permita aplicações em condições satisfatórias.

b) Durante as aplicações a tinta dos recipientes deverá estar sempre homogenizada. Isso conseguir-se-á por intermédio de agitadores mecânicos ou por agitação manual intermitente, com a frequência necessária.

c) O equipamento de pulverização manter-se-á sempre de tal modo limpo que não permita sobre a superfície a pintar a deposição em conjunto com a tinta aplicada, de sujidades, tinta seca ou quaisquer outras substâncias estranhas.

Os restos de solventes existentes no equipamento resultantes de limpezas anteriores serão totalmente removidos antes da aplicação da tinta sobre a superfície a pintar.

d) O ar comprimido deve ser totalmente isento de óleo e de água. Isso conseguir-se-á através do emprego de separadores convenientemente dimensionados, de modo que, num ensaio de choque de ar saído da pistola contra a superfície a pintar, não seja visível qualquer mancha de óleo ou água condensada. Durante a pintura os separadores deverão ser periodicamente drenados.

C.11.7.5. Temperatura ambiente

A temperatura ambiente, a temperatura do suporte e a humidade relativa devem ser cuidadosamente controladas antes de se iniciarem as operações de pintura. A temperatura do suporte nunca deverá exceder os valores para os quais comecem a aparecer fenómenos de empoamento; ou outros, que tenham como resultado a diminuição da espessura da película de tinta. Em princípio - a não ser que outra seja a temperatura indicada - este valor não deverá exceder 30° C.

Se nas fichas técnicas de cada tinta outros valores não estiverem indicados a temperatura ambiente mínima de aplicação será de 5 °C e a temperatura mínima do suporte de 3° C.

C.11.7.6. Humidade ambiente

Em caso algum será permitida a aplicação de tintas com chuva, nevoeiro ou quando a humidade relativa ambiente for superior a 85%.

Também não será permitida a aplicação de tintas sobre superfícies nas quais seja visível ou previsível a formação de geada ou neve.

Em especial, na aplicação de tintas quimicamente curadas - por exemplo as tintas Epoxi - dever-se-ão seguir rigorosamente as instruções do Fabricante para a observância da humidade relativa ambiente - em geral inferior a 80%.

C.11.7.7. Pinturas em locais abrigados

Sempre que possível os trabalhos de pintura em tempo frio ou húmido deverão ser realizados dentro de edifícios ou em sítios cobertos. As superfícies pintadas deverão permanecer abrigadas até a tinta secar completamente.

C.11.7.8. Primeira demão

Salvo indicações em contrário, a primeira demão de tinta deverá ser dada à trincha.

C.11.7.9. Tempo de secagem entre demãos

Os tempos de secagem mínimo e máximo duma determinada demão, tendo em vista a aplicação da demão seguinte, serão os indicados pelo Fabricante.

Sempre que o tempo de secagem máximo de uma demão tenha sido ultrapassado - para que a demão seguinte adira completamente - o Fabricante das tintas e a Fiscalização terão de ser consultados a fim de indicarem os meios a adoptar.

De qualquer modo, sempre que se verifiquem irregularidades no filme aplicado motivadas pelo levantamento ou desprendimento de parte da demão anterior ou outro defeito qualquer, não será permitida a aplicação da demão seguinte sem que antes os erros ou defeitos verificados tenham sido rectificadas ou eliminados.

C.11.7.10. Cores contrastantes entre demãos sucessivas

Sempre que sejam aplicadas sucessivas demãos - da mesma tinta ou de tintas diferentes - estas não poderão ser da mesma cor a não ser que correspondam às demãos de acabamento. À excepção deste caso demãos diferentes deverão ter cor contrastante.

Os produtos a adicionar para fazer a diferenciação entre duas demãos dependem do tipo da tinta e, como tal, terão que ser indicados e fornecidos pelo Fabricante.

C.11.7.11. Continuidade do filme de tinta

Cada demão de tinta deve ser aplicada de modo a obter-se um filme contínuo de espessura uniforme sem porosidades e desigualdades de aspecto.

Deverá haver especial cuidado em evitar que as tintas se acumulem nas depressões e reentrâncias ou que deslizem de arestas e saliências deixando películas excessivamente finas.

Antes de se proceder à aplicação da demão seguinte, qualquer zona - por mais pequena que seja - que tenha ficado sem que para ela se observe o determinado em geral nesta especificação e em particular na especificação indicativa dos sistemas de pintura, terá que ser retocada e rectificada até se verificar o que lhe está determinado e deixada secar.

C.11.7.12. Espessuras

As espessuras por demão e as espessuras finais a obter para o conjunto de todas as camadas de tinta aplicadas serão definidas na especificação particular respeitante a cada sistema a utilizar.

Nenhuma porção do filme poderá ter valores inferiores aos especificados como mínimos.

Sempre que não se consiga obter a espessura mínima especificada, com o número de demãos indicado, serão dadas as demãos adicionais necessárias para satisfazer aquela condição.

C.11.7.13. Zonas danificadas

Sempre que uma pintura, antes de completamente seca, venha a ficar exposta à acção da chuva, neve ou humidade, deve-se registar o facto no livro de ocorrência da obra, tendo o cuidado de definir quais as superfícies que sofreram essas acções.

Após secagem completa das superfícies atingidas, as zonas danificadas terão que ser totalmente refeitas. Para isso, remove-se dessas zonas a tinta já aplicada e repete-se todo o esquema de preparação da superfície e de pintura até à fase em que se tenha verificado a ocorrência assinalada.

C.11.7.14. Rendimento das tintas

Os valores dos rendimentos da tinta - quantidade de tinta por m2 com uma determinada espessura - e da espessura máxima conseguida por demãos, constam em geral das indicações do Fabricante.

Contudo, a Fiscalização da obra desconhecerá tais valores, só lhe interessando constatar se o filme seco efectivamente aplicado é igual ou superior ao valor mínimo especificado.

C.12 TOLERÂNCIAS

C.12.1. Objectivo

Fornecer indicações gerais sobre tolerâncias a observar na execução de elementos de betão e de alvenaria.

C.12.2. Tolerâncias

C.12.2.1. Generalidades

As tolerâncias a observar são fornecidas no quadro e figuras do ponto 2.2 desta Especificação e serão observadas, a não ser que, outra ou outras, estejam indicadas nos desenhos e pormenores de projecto.

Se duas tolerâncias referentes a uma mesma distância ou desvio, forem fornecidas, adoptar-se-á a menor.

Nas figuras que acompanham esta Especificação explicita-se o significado de algumas letras referenciadas no quadro das tolerâncias.

Assim:

- Figura 1 x, y e z eixos coordenados;

- Figura 2 a distância livre entre elementos;
- Figura 3 b curvatura;
- Figura 4 c inclinação;
- Figura 5 dmax desvio máximo de alinhamento do nível do pavimento;
- Figura 6 elementos metálicos inseridos;
- Figura 7 chumbadouros

C.12.2.2. Quadro de tolerâncias

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIA (m)	TOLERÂNCIA (mm)
1 POSICIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE BETÃO EXECUTAS IN SITU		
Desvio do ponto de intersecção de dois alinhamentos - em geral os eixos x e y dos elementos - em relação ao ponto de intersecção dos eixos x e y teóricos		
a) elementos sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos -		± 20
b) elementos com ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos -		± 10
2 DIMENSÕES DE ESTRUTURAS DE BETÃO EXECUTADAS IN SITU - LAJES, PILARES, VIGAS		
As dimensões das secções de betão - altura total de vigas e lajes, largura (e espessura de alma) de vigas, dimensões de secções de pilares - devem satisfazer as tolerâncias Δa a seguir indicadas, em que a representa a dimensão em causa:		
para $a < 40$ cm..... $\Delta a = \pm 0,05 a$		
para $a \geq 40$ cm..... $\Delta a = \pm 2,0$ cm		
mudanças bruscas na superfície do betão -. por exemplo nas juntas de cofragem -		± 3

3 POSICIONAMENTO DAS ARMADURAS ORDINÁRIAS

O posicionamento das armaduras ordinárias deve ser tal que a altura útil dos elementos, d , satisfaça as tolerâncias

Δd a seguir indicadas

Para $d \leq 20$ cm $\Delta d = \pm 0,075 d$

Para $20 < d < 40$ cm .. $\Delta d = \pm (0,05d + 0,5 \text{ cm})$

Para $d \geq 40$ cm..... $\Delta d = \pm 2,5 \text{ cm}$

4 PILARES

4.1 Pilares sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos

a) distância livre entre dois pilares	-	± 20
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
(medido entre a base e o topo)	2-6	± 10
	6-18	± 15
c) curvatura: desvio em relação ao eixo pretendido	0-2	± 5
	2-6	± 10
	6-18	± 15
d) topo de pilar ou consola (cota de nível)	-	± 15

4.2 Pilares com ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos

a) distância entre dois pilares	-	± 10
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
	>2	± 10
c) curvatura: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
	>2	± 10
d) topo de pilar ou consola (cota de nível)	-	± 10

5 VIGAS

5.1 Vigas sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos

a) distância livre entre duas vigas	-	± 20
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-0,5	± 5
(face vertical)	0,5-2	± 10
c) curvatura: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-0,5	± 5
(face vertical)	0,5-2	± 10
d) rectilinearidade - desvio em relação ao "eixo" (na vertical ou horizontal)	0-2	± 10
	2-6	± 15
	6-18	± 20
e) nível nos apoios	-	± 15

5.2 Vigas sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos

a) distância livre entre duas vigas	-	± 10
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-0,5	± 5
(face vertical)	0,5-2	± 10
c) curvatura: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-0,5	± 5
(face vertical)	>0,5	± 10
d) rectilinearidade - desvio em relação ao "eixo" (na vertical ou horizontal)	-	± 10
e) nível nos apoios	-	± 10

6 PAREDES DE BETÃO

6.1 Paredes sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos

a) distância livre entre duas paredes	-	± 20
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
(medido entre a base e o topo)	2-6	± 10
c) curvatura: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
	2-6	± 10
d) curvatura: desvio em relação ao eixo horizontal pretendido	0-2	± 10
	2-6	± 15
	6-18	± 20

6.2 Paredes com ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos

a) distância livre entre duas paredes	-	± 10
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
(medido entre a base e o topo)	>2	± 10
c) curvatura: desvio em relação à verticalidade pretendida	0-2	± 5
	>2	± 10
d) curvatura: desvio em relação ao eixo horizontal pretendido	-	± 10

7 PAREDES DE ALVENARIA (Tijolo ou blocos de betão)

a) distância entre duas paredes	-	± 20
b) inclinação: desvio em relação à verticalidade pretendida	-	3%
Max = 3% x altura (H) ou	H	20
c) curvatura: desvio em relação à verticalidade ou alinhamentos horizontais pretendidos	-	± 10

8 PAVIMENTOS DE BETÃO

8.1 Nivelamento nos apoios

a) elementos sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos	-	± 15
b) elementos com ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos	-	± 10

8.2 Planearidade em tosko

a) elementos sem ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos	0,5	± 3
	1,0	± 4
	2,0	± 8
	5,0	± 10
	10,0	± 15
b) elementos com ligação ou conexão a elementos metálicos simples ou compostos	0,5	± 3
	1,0	± 4

2,0	± 8
>5	± 10

8.3 Planearidade em superfícies acabadas

1,0	± 2
2,0	± 4
5,0	± 6
10,0	± 8

9 FUNDAÇÕES PARA EQUIPAMENTOS

a) desvio do ponto de intersecção de dois alinhamentos em geral os eixos x e y reais da fundação - em relação ao ponto de intersecção dos eixos x e y teóricos	-	± 20
b) nível do topo do maciço antes da aplicação da argamassa de regularização	-	-20
c) planearidade do topo do maciço antes da aplicação da argamassa de regularização	0,5	± 3
	1,0	± 4
	2,0	± 8
	5,0	± 10
	10,0	± 15
d) caixas para chumbadouros:		
d1) desvio do centro geométrico real da caixa medido a qualquer dos eixos teóricos - x e y - da fundação	-	± 10
d2) secção da caixa	-	± 5
d3) profundidade da caixa	-	± 50

10 GRANDES FUNDAÇÕES

a) desvio do ponto de intersecção de dois alinhamentos em geral os eixos x e y reais da fundação - em relação ao ponto de intersecção dos eixos x e y teóricos	-	± 20
b) desvio em relação ao nível final da fundação	-	± 20
c) planearidade do acabamento final	1,0	± 2
	2,0	± 4
	5,0	± 6

	10,0	± 8
d) caixas para chumbadouros:		
d1) desvio do centro geométrico real da caixa medido a qualquer dos eixos teóricos - x e y - da fundação	-	± 10
d2) secção da caixa	-	± 5
d3) profundidade da caixa	-	± 50

11 ABERTURAS EM ELEMENTOS DE BETÃO

a) desvio do centro geométrico real da abertura medido em relação a qualquer dos eixos teóricos - x e y, incluindo z nas superfícies verticais	-	± 20
b) secção	-	± 40
c) secção de portas e/ou janelas, etc, com aros metálicos inseridos - incluindo caixilhos de qualquer natureza - até à dimensão máxima de 1 000 mm	-	± 10
d) adicional para cada aumento de 250 mm (máximo total de ± 20 mm)	-	± 2

12 ABERTURAS EM ALVENARIAS DE TIJOLO OU DE BLOCOS

a) desvio do centro geométrico real da abertura medido em relação a qualquer dos eixos teóricos - x e y, incluindo z nas superfícies verticais	-	± 20
b) secção	-	± 40
c) secção incluindo caixilhos de betão	-	± 10

13 ELEMENTOS METÁLICOS INSERIDOS

a) desvio do centro geométrico do elemento em relação a qualquer dos eixos teóricos da sua implantação - x e y, incluindo z nas superfícies verticais	-	± 20
b) distância entre dois elementos metálicos adjacentes inseridos (não metalizados)	-	± 5
c) distância entre dois elementos metálicos opostos de um caixilho	-	± 3

d) posicionamento de chumbadouros - eixos x e y, incluindo z nas superfícies verticais	-	± 3
e) distância entre chumbadouros de um agrupamento pertencentes à mesma fundação (e_1 , e_2)	-	± 3
f) desvio entre o nível real do topo da haste do chumbadouro e o seu nível teórico (altura z)	-	± 5
g) inclinação máxima do eixo de chumbadouros (v)	-	$\pm 2\%$
h) desvio (e) do nível mais alto das peças metálicas inseridas em pilares, vigas, paredes, etc. comparada com o nível circundante da superfície de betão	-	+ 5
i) desvio (e) do nível mais alto das peças metálicas inseridas ao nível mais alto da fundação do equipamento, quando as peças inseridas posteriormente devem ficar embebidas na argamassa de regularização	-	+ 5
j) inclinação (v) de peças metálicas inseridas em pilares, vigas, paredes, etc, comparadas com o alinhamento horizontal ou vertical	-	$\pm 0,5\%$
i) inclinação (v) de peças metálicas inseridas no nível mais alto da fundação do equipamento quando as peças inseridas posteriormente devem ficar embebidas na argamassa de regularização	-	$\pm 5\%$

C.12.2.3. Particularidades

A tolerância máxima permitida em todos os elementos de betão que tiverem ligação ou conexão a elementos metálicos - simples ou compostos - é de ± 10 mm, a não ser que outra menor esteja indicada.

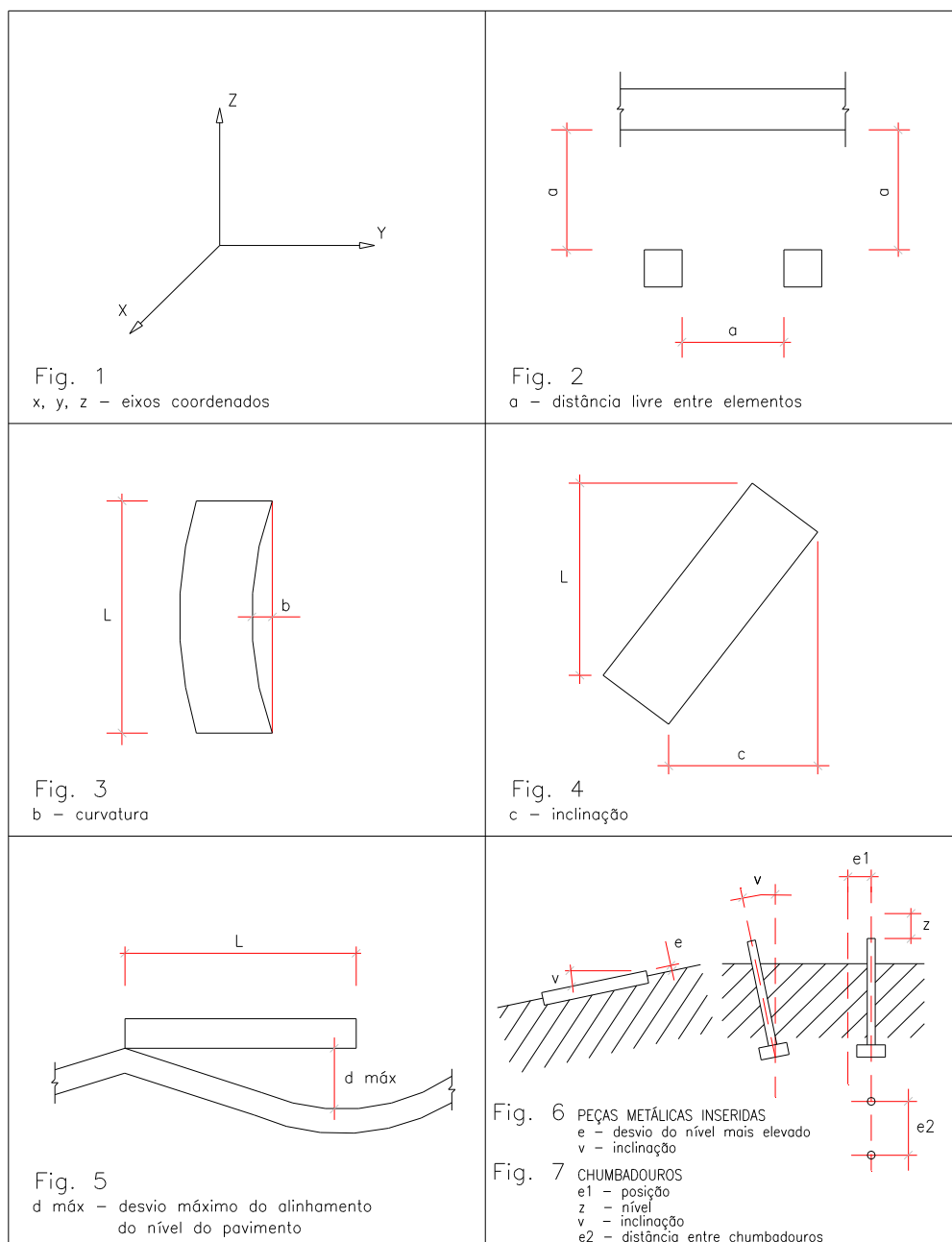
Os desvios e/ou tolerâncias referidas no quadro acima - em particular as apontadas nos pontos 1 a 10 - em caso algum se poderão somar ou "desviar" no mesmo sentido.

Por exemplo:

- Se um pilar tiver uma altura (h) máxima de $6 < h \leq 18$ m; e, se for executado por troços - que não caiam noutro nível de tolerâncias -, a tolerância de verticalidade para cada um dos troços em que o pilar foi executado é a mesma permitida para o pilar na sua totalidade ± 15 mm;
- Se um pilar tiver uma altura superior a 18 m; e, se for interceptado por outros elementos - por exemplo lajes - que o subdividam em troços, a tolerância máxima de verticalidade para a totalidade do pilar é a permitida para um pilar com uma altura igual a 18 m, ou seja ± 15 mm;

- O espírito do que atrás se disse para os pilares, de igual modo se aplicará a vigas ou outros elementos, mudando para eles a verticalidade em horizontalidade, planearidade, rectibilidade, ou; no que for aplicável.
- Quando se refere a distância entre duas vigas ou entre dois pilares, não se indica que as vigas ou pilares são consecutivos. O que se diz é que, entre quaisquer duas vigas ou pilares consecutivos ou não, a tolerância é de, conforme os casos, ± 20 ou ± 10 mm.

É dentro deste espírito que as tolerâncias deverão ser entendidas.



C.13 ARGAMASSAS E RESINAS EPOXY

C.13.1. Objectivo

Fornecer indicações técnicas sobre a execução e aplicação de resinas e argamassas epoxy na reparação de estruturas.

C.13.2. Resinas para injeção

C.13.2.1. Generalidades

Estas resinas apresentam-se em forma de caldas de injeção, isentas de solventes, de baixa viscosidade, e à base de resinas epoxy de alta resistência. Após mistura dos dois componentes são injectadas sob a forma líquida nas cavidades ou fissuras do betão, onde curam e se transformam num material rígido com elevadas resistências mecânicas.

C.13.2.2. Aplicação

A aplicação destas resinas por injeção deverão seguir escrupulosamente as indicações do fabricante.

Para preenchimento de fendas e nos casos em que seja especificada a adição de areia como material de enchimento para reduzir a retracção e a fluência, a máxima dimensão do grão de areia não deve ser superior a 50% da largura mínima da fenda, e, em qualquer caso, nunca superiores a 1.0 mm, usando traços de resina: enchimento de 1:1.

C.13.2.3. Medidas de Segurança

Estas resinas deverão ser inócuas e inertes depois de curadas. Quando no estado líquido deverão ser utilizados óculos e luvas no seu manuseamento.

C.13.3. Resinas para agentes de aderência

C.13.3.1. Generalidades

Apresentam-se como um produto de protecção anti-corrosiva, em dois componentes, na base de cimento e polímeros modificados. Deverão apresentar fácil colocação em obra, excelente aderência ao betão e ao aço, melhorar a aderência para posterior aplicação das camadas de argamassa de reparação à base de cimento ou resinas epoxy e ser incombustíveis.

C.13.3.2. Mistura e aplicação

O suporte deve apresentar-se limpo, isento de óleos, gorduras e partículas em desagregação. O tratamento ideal das armaduras será o jacto de areia ou como mínimo, a escovagem enérgica com escovas metálicas.

A mistura dos dois componentes deverá ser completa, até à obtenção duma massa completamente homogénea e isenta de grumos. Misturar só a quantidade suficiente que pode ser aplicada dentro do seu “pot-life”. Durante a mistura introduzir a menor quantidade possível de ar.

A aplicação deverá ser feita através da utilização de um pincel semi-duro numa camada de aproximadamente 1mm. Aplicar uma segunda demão de igual modo e espessura que a anterior, passadas 2 a 3 h, se a temperatura for de 20°C.

C.13.4. Argamassas tixotrópicas para reparação de betão

C.13.4.1. Generalidades

Estas argamassas, tixotrópicas, são preparadas a partir de dois componentes, na base do cimento beneficiado com resinas sintéticas e cargas especiais. Deverão apresentar as seguintes propriedades:

- Fácil colocação;
- Elevadas resistências mecânicas e desenvolvimento rápido das mesmas;
- Muito boa aderência;
- Boa impermeabilidade;
- Não corrosivo ou tóxico;
- Boa resistência à água, gorduras e ataques químicos de sais de degelo.

C.13.4.2. Aplicação

O suporte deve apresentar-se são, limpo e isento de óleos e gorduras.

A mistura deve ser executada através da amassadura dos vários componentes até se apresentar como uma massa totalmente homogénea e isenta de grumos.

A aplicação faz-se segundo os métodos tradicionais com colher ou espátula. O acabamento superficial faz-se à talocha de polistireno expandido a partir do momento em que a massa começa a “apertar”.

C.13.4.3. Cura

A cura processa-se mantendo a superfície protegida com folhas de plástico, serapilheiras molhadas ou aplicando um produto especial de cura.

C.13.4.4. Outras indicações importantes

A temperatura mínima do suporte, do ambiente e do produto a aplicar deve ser a indicada pelo fabricante.

A espessura máxima por camada não deve ser superior a 5 cm.

C.13.5. Resinas para colagem

C.13.5.1. Generalidades

Consiste num ligante com base em resinas de epoxy, fornecido em dois componentes, de endurecimento a frio, podendo ser usado no seu estado puro ou associado a cargas de quartzo, devendo ser isento de solventes. Deve ainda possuir propriedades mecânicas superiores às do betão em obra.

C.13.5.2. Aplicação

A superfície a tratar deve encontrar-se seca, limpa e isenta de óleos, gorduras e poeiras.

O produto é obtido pela mistura homogénea dos vários componentes de acordo com as dosagens especificadas pelo fabricante, devendo então o produto ser aplicado dentro dos limites do “pot life”. Depois disso, o material torna-se viscoso e impróprio para aplicação.

C.13.5.3. Medidas de segurança

Depois de endurecido o produto deve ser inócuo. Enquanto fresco é irritante para a pele e mucosas, pelo que se devem usar máscara e luvas de borracha no seu manuseamento.

C.14 MADEIRA LAMELADA COLADA EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS

C.14.1. Objetivo

Fornecer indicações técnicas gerais sobre estruturas de madeira lamelada colada, características das madeiras e modo de execução do trabalho.

C.14.2. Prescrições gerais

C.14.2.1. Generalidades

Os processos de fabrico do material a utilizar deverão respeitar o preconizado nas respetivas normas que controlam a produção do produto, nomeadamente a EN 385, EN386, EN387.

O produto em si deve obedecer ao exposto nesta especificação e às normas e regulamentos oficiais, nomeadamente a EN14080 e o Eurocódigo 5 (EN 1995-1-1:2004), contendo a marcação CE, que é a evidência dada pelo fabricante da conformidade com todos os regulamentos acima mencionados.

O tipo de madeira, as classes e secções a utilizar serão as indicadas nos desenhos do projeto.

C.14.2.2. Conservação e Armazenamento

O armazenamento deverá ser feito em locais cobertos, secos e bem ventilados. O empilhamento, quando necessário, deverá ser feito horizontalmente sobre superfícies planas, em pilhas de 1 metro no máximo, de forma a evitar as deformações.

C.14.2.3. Marcação

Todas as peças devem ser convenientemente marcadas na oficina de modo que não se levantem dúvidas na montagem quanto à posição que devem ocupar.

Os elementos estruturais serão identificados por marcas executadas a marcador de tinta indelével.

Quando a complexidade da obra o exija, a peça para além da sua marca de identificação terá outras indicativas do, ou dos elementos a que se liga. Sempre que o Dono-da-Obra o exija, para além destas, haverá marcas referenciando o número ou números dos desenhos em que figura.

Em qualquer caso, as marcas serão executadas em locais de fácil identificação.

C.14.3. Características gerais dos materiais

A madeira lamelada colada subdivide-se em várias classes de resistência, cujas características são as indicadas nas tabelas seguintes:

Propriedade	Símbolo	Unidade	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Flexão	fm,g,k	MPa	24	28	32	36
Tração	ft,0,gk	MPa	16,5	19,5	22,5	26
Tração	ft,90,g,k	MPa	0,4	0,45	0,5	0,6
Compressão	fc,0,g,k	MPa	24	26,5	29	31
Compressão	fc,90,g,k	MPa	2,7	3,0	3,3	3,6
Corte	fv,g,k	MPa	2,7	3,2	3,8	4,3
Módulo Elasticidade	E0,g,mean	GPa	11,6	12,6	13,7	14,7
Módulo Elasticidade (5º percentil)	E0,g,k	GPa	9,4	10,2	11,1	11,9
Módulo Elasticidade perpendicular	E90,g,mean	GPa	0,39	0,42	0,46	0,49
Módulo Distorção	Gg,mean	GPa	0,72	0,78	0,85	0,91
Massa Volúmica	Pg,k	Kg/m3	380	410	430	450

Propriedade	Símbolo	Unidade	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Flexão	fm,g,k	MPa	24	28	32	36
Tração	ft,0,gk	MPa	14	16,5	19,5	22,5
Tração	ft,90,g,k	MPa	0,35	0,40	0,5	0,6
Compressão	fc,0,g,k	MPa	21	24	29	31
Compressão	fc,90,g,k	MPa	2,4	2,7	3,3	3,6
Corte	fv,g,k	MPa	2,2	2,7	3,8	4,3
Módulo Elasticidade	E0,g,mean	GPa	11,6	12,6	13,7	14,7
Módulo Elasticidade (5º percentil)	E0,g,k	GPa	9,4	10,2	11,1	11,9
Módulo Elasticidade perpendicular	E90,g,mean	GPa	0,32	0,39	0,46	0,49
Módulo Distorção	Gg,mean	GPa	0,59	0,72	0,85	0,91
Massa Volúmica	Pg,k	Kg/m3	350	380	430	450

Em que GLh simboliza a madeira lamelada colada homogénea e GLc madeira lamelada colada combinada.

C.14.4. Execução e dimensionamento das peças

C.14.4.1. Regras gerais de execução

- A traçagem será feita com precisão e de acordo com o projecto;
- As peças devem ser desempenadas segundo as tolerâncias especificadas no projecto; ou, na falta dessa indicação, segundo as tolerâncias usuais;
- Os cortes efectuados devem ser posteriormente regularizados sempre que a irregularidade da zona de corte prejudique a execução das ligações;
- A abertura dos furos deve em geral ser realizada por brocagem

C.14.5. Montagem

C.14.5.1. Regras gerais de montagem

Na montagem das estruturas devem respeitar-se as prescrições da regulamentação em vigor sobre segurança no trabalho de Construção Civil.

C.14.5.2. Montagem em obra

O plano de montagem e os meios utilizados terão de ser apreciados pela Fiscalização e merecer a sua aprovação.

A montagem em obra será feita verificando cuidadosamente e respeitando a verticalidade, os alinhamentos e as cotas.

Durante a manipulação dever-se-á evitar danificar as peças ou o seu acabamento, se já o houver.

As torções e outros danos ocasionados nas peças pelo seu transporte, manuseamento e manutenção não só deverão ser evitados, como quando se verificarem, corrigidos.

De igual modo, após a montagem, se se verificarem que por essa acção foram introduzidos nas peças esforços e deformações indevidas, serão essas peças desmontadas e corrigidas.

Se os danos provocados atingirem uma gravidade tal que em obra não possam ser corrigidos sem perigo para os elementos estruturais, deverão estas peças ser devolvidas à oficina.

Todas as reparações serão executadas por conta do Empreiteiro.

C.14.6. Tratamento das madeiras

Todos os elementos em madeira deverão receber tratamento na sua superfície, sempre que esse tratamento não venha de fábrica. As adversidades que devem ser combatidas, dependendo da localização do elemento (interior/exterior) são:

- Desgaste;
- Fungos;
- Insectos;
- Caruncho;
- Intempérie.

Cuidados a ter na aplicação:

- A superfície deve ser devidamente preparada, deve ser removido qualquer revestimento, poeiras e gorduras, deverá estar completamente seca e deverá ser lixada antes da aplicação do produto para permitir uma boa penetração;
- A aplicação poderá ser feita recorrendo a trincha, imersão ou injeção
- As emulsões de proteção deverão ser armazenadas em embalagem original ao abrigo do frio e do calor;
- Durante a aplicação, os aplicadores deverão respeitar as prescrições de segurança e utilização de EP's, uma vez que as emulsões são nocivas.

C.15 ESTRUTURAS METÁLICAS COM AÇO ENFORMADO A FRIO

C.15.1. Objectivo

Fornecer indicações técnicas gerais sobre estruturas metálicas constituídas por aço enformado a frio e modo de execução do trabalho.

C.15.2. Prescrições gerais

C.15.2.1. Generalidades

As estruturas metálicas contempladas neste capítulo são constituídas por perfis cujo processo de fabrico é a frio, através de quinadoras ou calandras, com espessuras inferiores a 3mm. Os elementos metálicos que servem para a ligação entre elementos deste tipo de estrutura já estão contemplados no capítulo que diz respeito às estruturas metálicas laminadas a quente.

O aço utilizado neste tipo de estruturas deverá ser pré-galvanizado de acordo com a norma europeia EN10142, EN10143, EN10346, EN10027. As características dos elementos deverão ser as indicadas no Eurocodigo 3 1-3, (EN 1993-1-3 Design of steel structures – Cold-formed members and sheeting)

C.15.2.2. Marcação

Todas as peças devem ser convenientemente marcadas na oficina de modo que não se levantem dúvidas na montagem quanto à posição que devem ocupar.

Os elementos estruturais serão identificados por marcas executadas a punção ou marcador de tinta indelével.

As marcas a tinta indelével serão executadas após pintura de oficina.

Quando a complexidade da obra o exija, a peça para além da sua marca de identificação terá outras indicativas do, ou dos elementos a que se liga. Sempre que o Dono-da-Obra o exija, para além destas, haverá marcas referenciando o número ou números dos desenhos em que figura.

Em qualquer caso, as marcas serão executadas em locais de fácil identificação, e, quando feitas a punção, o local da sua marcação devidamente assinalado.

C.15.3. Características gerais dos materiais

C.15.3.1. Características dos aços

Os aços a utilizar deverão possuir textura compacta e homogénea, não ter inclusões, fendas ou outros defeitos prejudiciais à sua utilização.

A caracterização dos diferentes tipos de aços deve ser efectuada com base no conhecimento das suas propriedades mecânicas - determinadas por ensaio de tracção, de dobragem, de resiliência e, eventualmente de choque e de dureza - da sua soldabilidade e da sua composição química.

Os ensaios para a determinação das características anteriormente referidas devem ser efectuadas de acordo com as normas portuguesas e/ou as Euronormas em vigor correspondente ao tipo e às características dos aços aplicados.

Os aços para este tipo de estruturas, como referido anteriormente, deverão receber tratamento galvanizado de fabrico, sendo utilizados aço próprios com classes de resistência associadas, a saber:

Classe de Resistência	Tensão de Cedência	Resistência à Tração
S220GD	220	300
S250GD	250	330
S280GD	280	360
S320GD	320	390
S350GD	350	420
S550GD	550	560

C.15.3.2. Aços em perfis e chapas

Os perfis a utilizar deverão ter as dimensões, as secções e as formas indicadas nos desenhos de projecto, apresentarem-se desempenadas, com as superfícies lisas e sem rebarbas nas extremidades cortadas.

As tolerâncias dimensionais e de massa admissível são as fixadas nas normas portuguesas indicadas no EC3, em vigor correspondente ao tipo e às características dos aços aplicados.

Os perfilados designados em desenhos e pormenores de projecto poderão ser substituídos por perfis equivalentes desde que a qualidade do aço satisfaça as mesmas condições e a Fiscalização aprove.

Poderão ser utilizados aços diferentes dos referidos, desde que, possuam características que não diminuam ou ponham em risco a segurança, durabilidade e conservação das estruturas onde vão ser aplicadas.

Nestes casos é obrigatória a apresentação prévia de cálculos justificativos da segurança das estruturas, de ensaios de controlo de fabrico dos aços, de certificados das suas características mecânicas e químicas e de todos os elementos que permitam uma avaliação exaustiva e correcta da sua aplicabilidade e duração.

Mesmo quando a qualidade dos aços obedeça ao EC3, a Fiscalização pode sempre exigir a apresentação de ensaios de controlo de fabrico, ensaios de recepção ou outros, de acordo com a legislação e normas atrás citadas.

C.15.4. Execução e dimensionamento das peças

9.4.1 Regras gerais de execução

- A traçagem será feita com precisão e de acordo com o projecto;
- Desde que no projecto sejam indicadas contra-flechas, devem estas ser tidas em consideração na traçagem e devidamente distribuídas para que a forma final seja a que se pretende;
- As peças devem ser desempenadas segundo as tolerâncias especificadas no projecto; ou, na falta dessa indicação, segundo as tolerâncias usuais;
- Os cortes efectuados a maçarico ou por arco eléctrico serão posteriormente afagados sempre que a irregularidade da zona de corte prejudique a execução das ligações;
- A abertura dos furos deve em geral ser realizada por brocagem. No caso de ligações importantes a abertura dos furos deve fazer-se:
 - ou por brocagem simultânea dos diversos elementos a ligar, ou por brocagem ou punçoamento de diâmetro pelo menos 3 mm inferior ao diâmetro definitivo e posterior mandrilagem realizada com as peças convenientemente ligadas;
- Somente se admite a abertura de furos por punçoamento sem posterior mandrilagem no caso de furos que não tenham função estrutural importante.

C.15.5. Montagem

C.15.5.1. Regras gerais de montagem

Na montagem das estruturas devem respeitar-se as prescrições da regulamentação em vigor sobre segurança no trabalho de Construção Civil.

C.15.5.2. Montagem em obra

O plano de montagem e os meios utilizados terão de ser apreciados pela Fiscalização e merecer a sua aprovação.

A montagem em obra será feita verificando cuidadosamente e respeitando a verticalidade, os alinhamentos e as cotas.

Durante a manipulação dever-se-á evitar danificar as peças ou o seu acabamento, se já o houver.

As torções e outros danos ocasionados nas peças pelo seu transporte, manuseamento e manutenção não só deverão ser evitados, como quando se verificarem, corrigidos. As correcções a efectuar serão sempre feitas a frio.

De igual modo, após a montagem, se se verificarem que por essa acção foram introduzidos nas peças esforços e deformações indevidas, serão essas peças desmontadas e corrigidas.

Se os danos provocados atingirem uma gravidade tal que em obra não possam ser corrigidos sem perigo para os elementos estruturais, deverão estas peças ser devolvidas à oficina.

Todas as reparações serão executadas por conta do Empreiteiro.

C.15.6. Fiscalização

A acção fiscalizadora poderá exercer-se tanto na oficina como na obra, devendo o Empreiteiro facilitar essa acção. Assim:

- O Empreiteiro apresentará quando lhe forem solicitados, os boletins de ensaio comprovativos dos diferentes materiais utilizados e eventualmente deverá fornecer as amostras indispensáveis para a comprovação daquelas propriedades;
- Quando julgado necessário, nomeadamente em soldaduras solicitadas a esforços importantes, será exigido o seu controlo, por métodos não destrutivos (radiografia ou ultra-sons);
- Concluída a execução, a Fiscalização realizará uma inspecção cuidada de toda a obra.

A Fiscalização recusará aceitar o trabalho sempre que se verifiquem ligações mal-executadas, desvios da verticalidade, horizontalidade ou posicionamento incorreto das peças, bem como, torções ou tensões indevidas introduzidas na estrutura.

C.15.7. Ensaios

Quando for julgado conveniente e, em especial nos casos em que tiverem sido utilizados métodos de dimensionamento, materiais ou processos de execução não usuais, deve proceder-se à realização de ensaios com vista a averiguar a segurança da obra.

Os ensaios consistirão em geral, na aplicação de solicitações convencionais representativas das previstas no projecto (as quais, de preferência, serão atingidas por acréscimos graduais), e na medição dos valores máximos e residuais, de deslocamentos, de extensões e de distorções.

A segurança da obra deve ser julgada a partir dos resultados dos ensaios dos materiais e dos ensaios da estrutura e da sua comparação com os valores previstos no projecto.

C.15.8. Particularidades

Os elementos serão fornecidos e montados já galvanizados de acordo com a especificação respetiva.

A pintura será executada posteriormente à montagem.

Para a execução do esquema de aparelho e pintura dos elementos metálicos serão consultadas as especificações correspondentes.