



Procedimentos de fiscalização em obra

Plano de controlo de conformidade de betonagem de elementos
estruturais

Orientação: Professora Teresa Pinheiro-Alves

Dissertação para obtenção de grau de Mestrado elaborada por:

Cristina Isabel Ferreira das Estevas

Évora

Outubro de 2011



Procedimentos de fiscalização em obra

Plano de controlo de conformidade de betonagem de elementos
estruturais

Orientação: Professora Teresa Pinheiro-Alves

Dissertação para obtenção de grau de Mestrado elaborada por:

Cristina Isabel Ferreira das Estevas

Évora

Outubro de 2011

Agradecimentos

À Professora Teresa Pinheiro-Alves que me orientou neste trabalho, pela sua disponibilidade e apoio sempre manifestado, pela constante simpatia.

Aos meus pais, pelo incentivo, pelo apoio incondicional, por acreditarem!

A todos os colegas e amigos de trabalho, pelo apoio, companheirismo, paciência e carinho.

Aos amigos e familiares que sempre estiveram presentes, pela força constante que me transmitiram, pelo estímulo e apoio.

Ao Henrique, por tudo!

Resumo

Este trabalho tem por base a apresentação de um caso concreto de execução de uma Estrutura de Tomada de Água com acompanhamento de uma equipa de fiscalização.

Pretende-se analisar o papel da fiscalização, as vantagens que uma equipa traz para o desenvolvimento de uma obra e para o dono de obra, bem como os procedimentos de controlo e verificação das várias actividades desenvolvidas durante a execução da obra.

Será efectuada uma avaliação dos procedimentos de controlo de betonagem utilizados em obra e uma posterior proposta de melhoria para o controlo de conformidade dos procedimentos utilizados e efectuado pela equipa de fiscalização de forma a serem garantidos todos os requisitos de qualidade que são exigidos pelo dono de obra.

Monitoring procedures at work – Plan for monitoring Concrete structural elements

Abstrat

This work has for base the presentation of a case concrete of execution of a Structure of Water Taking with accompaniment of one equips of fiscalization.

It is intended to analyze the paper of the fiscalization, the advantages that one equips brings for the development of a workmanship and the owner of workmanship, as well as the procedures of control and verification of the some activities developed during the execution of the workmanship.

An evaluation of the procedures of control monitoring Concrete used in workmanship will be effectuate and posterior a proposal of improvement for the control of conformity of the used procedures and effectuate for equips of form fiscalization to be guaranteed all the quality requirements that are demanded by the workmanship owner.

Índice

1.1 Considerações Gerais	10
1.2 Objectivos	11
1.3 Estrutura	11
2. Fiscalização.....	11
2.1 Introdução.....	11
2.2 Composição de uma equipa de fiscalização	12
2.3 O papel da Fiscalização.....	16
2.4 Vantagens da Fiscalização/Coordenação de obras.....	17
2.5 Vantagens da Fiscalização/Coordenação para a execução da Obra ..	18
2.6. Procedimentos de fiscalização em obra	19
3. Caso de estudo	25
3.1. Introdução.....	25
3.2 Descrição da empreitada	26
3.3 Procedimentos de segurança em obra	37
3.4 Fiscalização	41
3.5 Controlo de conformidade durante a execução da betonagem	49

3.6 Controlo de conformidade após a betonagem – Cura do betão e Desmoldagem dos elementos	51
4. Resultados e discussão.....	56
4.1 Controlos efectuados	56
4.2 Análise dos resultados obtidos	61
4.3 Não Conformidades ao nível da Segurança	66
4.4 Discussão e propostas de melhoria	72
5. Conclusão	77
<i>Esquema 1 – Funções e Acções de Intervenção da fiscalização.....</i>	<i>13</i>
<i>Organograma 1 - Composição de uma equipa de fiscalização</i>	<i>14</i>

ÍNDICE DE QUADROS

<i>Quadro 1- Resumo das características do betão</i>	<i>30</i>
<i>Quadro 2 - Inspeção da colocação e compactação</i>	<i>49</i>
<i>Quadro 3 – Inspeção da protecção e cura.</i>	<i>52</i>
<i>Quadro 4 – Inspeção das operações pós betonagem</i>	<i>52</i>
<i>Quadro 5 – composição do betão por m³</i>	<i>60</i>

Quadro 6 – Resumo dos Parâmetros de Controlo de Betonagem efectuados nos Casos em análise.63

Quadro 7 – Resumo do Registo dos métodos de verificação/inspecção do betão durante a sua Recepção.63

Índice de Figuras:

Fig. 1 e 2 – Estrutura de tomada de Água – Comportas..... 28

Fig. 3 e 4 – Cofragem de painéis metálicos32

Fig. 5 – Ensaio de consistência do betão - “Slump”34

Fig 6 – Descarga do betão para a auto-bomba35

Fig. 7 – Betonagem da parede lateral esquerda da Estrutura de Tomada de Água a partir da auto-bomba35

Fig. 8 – Descarga do betão para o balde36

Fig. 9 - Betonagem para fixação dos aros das comportas murais da Estrutura de Tomada de Água36

Fig. 10 - Registo de Recepção de betão: Caso 1 58

Fig. 11 - Registo de Recepção de betão: Caso 1 59

Fig. 12 – Planta da Estrutura de Tomada de Água60

Fig.13 - Resultados dos ensaios de rebentamento dos cubos 61

Fig. 14 e 15 – Cura do betão65

Fig 16 e 17 – Fissuração do betão66

Fig. 18 e 19 – Não Conformidade – Risco de queda em altura67

<i>Fig. 20</i> – Não Conformidade – Risco de queda em altura	68
<i>Fig. 21</i> – Não Conformidade – Equipamento de protecção colectiva	69
<i>Fig. 22</i> – Não Conformidade – Risco de queda em altura	70
<i>Fig. 23</i> – Não Conformidade – Risco de queda em altura	71

1. Introdução

1.1 Considerações Gerais

A Fiscalização em obra assume um papel preponderante no sucesso da execução de qualquer tipo de obra. Verifica-se cada vez mais que a fiscalização/coordenação em obra, está assumir uma posição de grande importância quer em termos de decisão na avaliação de propostas, antes do início de execução, quer no acompanhamento físico da obra, controlo de custos ou coordenação de segurança.

Hoje em dia a legislação contempla, para as obras públicas, a obrigatoriedade da presença de uma equipa de fiscalização permanente em obra. O mesmo já não se verifica nas obras particulares, uma vez que esse papel é facultativo, cabendo ao dono de obra essa decisão.

O exercício da fiscalização tem como objectivo executar com segurança e a qualidade que se exige, adequadas à finalidade da obra.

A fiscalização de uma obra tem como principais vertentes o controlo de custos, prazos e qualidade da obra. A sua intervenção passa essencialmente por garantir a qualidade dos materiais aplicados e trabalhos desenvolvidos em obra, garantindo a qualidade e efectuando o controlo do desenvolvimento da obra.

A fiscalização/coordenação passa também por garantir que sejam cumpridas as normas e disposições de segurança adequadas a todas as actividades desenvolvidas nos estaleiros e frentes de obra, de acordo com a legislação em vigor.

1.2 Objectivos

Este trabalho tem como finalidade apresentar o papel da fiscalização em obra e demonstrar os procedimentos de qualidade e controlo de conformidade utilizados durante a betonagem de elementos estruturais.

Pretende-se com este trabalho demonstrar o quão importante é a presença de uma equipa de fiscalização/coordenação em obra nas suas várias vertentes, demonstrar o fundamental acompanhamento que é feito em frente de obra e a sua importância para o dono de obra, assim como de propor melhorias.

1.3 Estrutura

Este trabalho apresenta duas partes fundamentais, na primeira é apresentado o papel da fiscalização em obra, os elementos que constituem uma equipa de fiscalização, as vantagens que trazem para a realização de uma obra e a outra, onde é apresentado um caso prático em frente de obra, acompanhado pela fiscalização onde são apresentados procedimentos de qualidade e controlo de conformidade utilizados durante a betonagem de elementos estruturais.

2. Fiscalização

2.1 Introdução

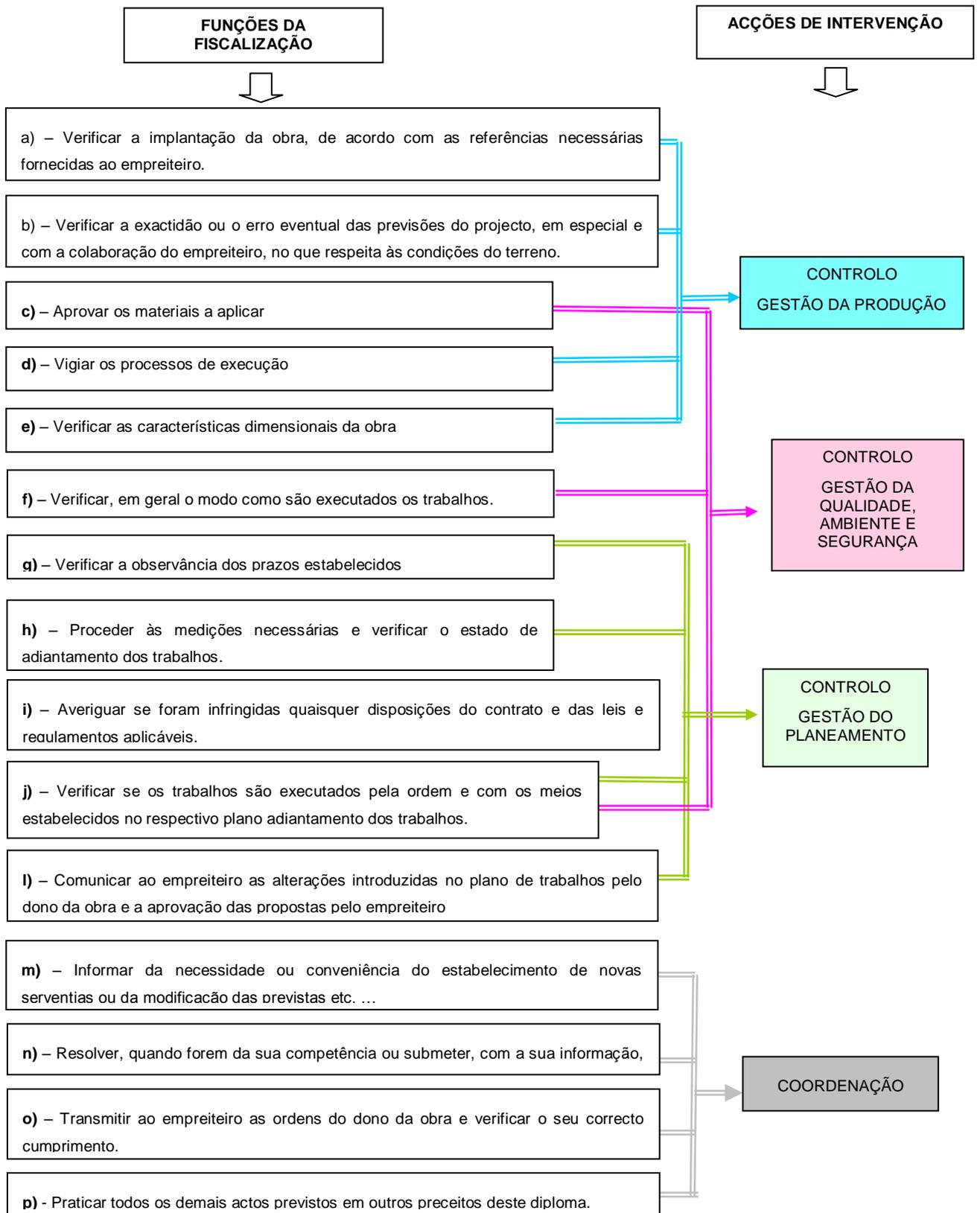
A fiscalização, de forma a uniformizar os procedimentos de inspecção e controlo de qualidade utiliza em obra instrumentos que garantem os registos, de recepção, execução e ensaio. Consoante a actividade que se pretende acompanhar, assim são criadas fichas de inspecção e controlo de forma a acautelar as exigências contempladas em cadernos de encargos.

2.2 Composição de uma equipa de fiscalização

Uma equipa de fiscalização é dimensionada consoante o tipo de obra que se pretende desenvolver. Deve reunir um conjunto de técnicos dotados de conhecimentos e capacidades para responder às variadas exigências da obra e aos desafios diários, Fig. 1.

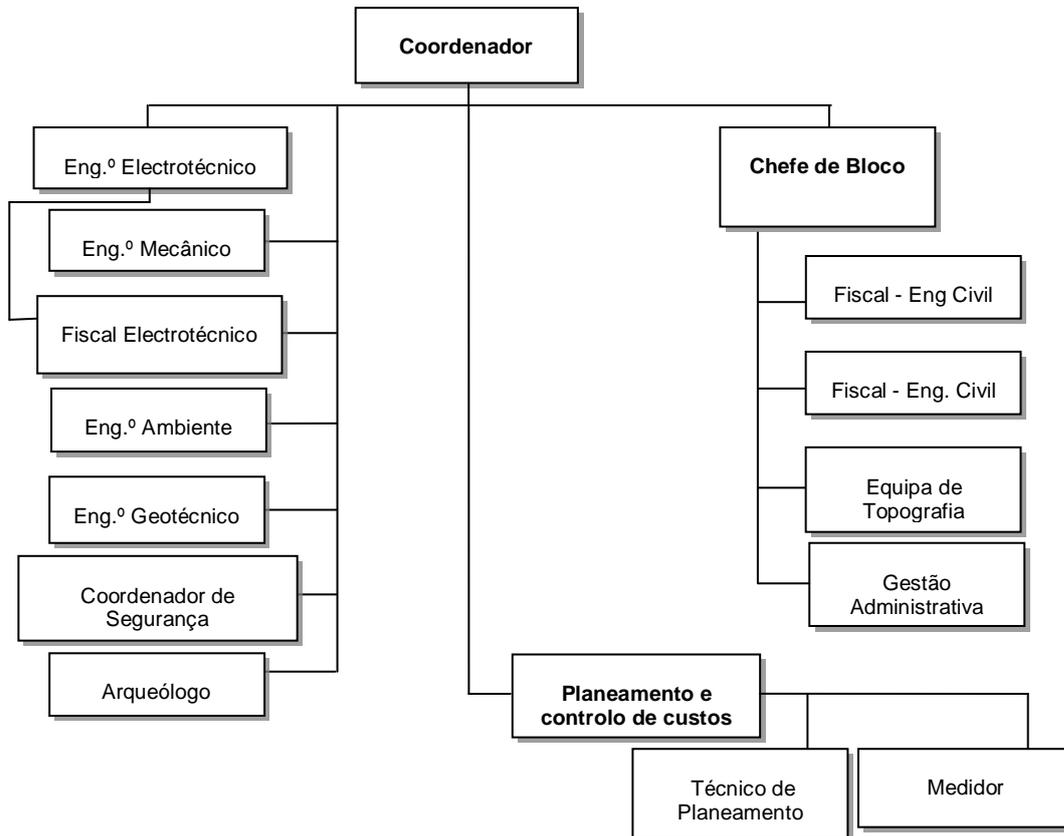
“À Fiscalização incumbe vigiar e verificar o exacto cumprimento do projecto e suas alterações, do contrato, do caderno de encargos e do plano de trabalhos em vigor e.”

Fonte: Artigo 180º do Decreto-Lei 59/99



Esquema 1 – Funções de Intervenção da fiscalização

Para o desempenho das Funções da Fiscalização e das respectivas Acções de Intervenção, a composição de uma Equipa e Fiscalização é composta pelos seguintes elementos, podendo ser alterada consoante as especificidades e características de cada obra.



Organograma 1 - Composição de uma equipa de fiscalização

Passa-se a descrever as funções de um Fiscal de frente de obra, responsável pela recepção, verificação e controlo das várias actividades que fiscaliza, uma vez que, como exemplo, durante a execução da Estrutura de Tomada de Água foi o papel de toda a equipa mais interventivo em termos de frente de obra e de controlo dos procedimentos de qualidade.

- Fiscal de frente de obra

Actividade

É responsável pelo Controlo da Qualidade das actividades de construção e recepção de materiais;

É responsável pela verificação do cumprimento do disposto no Plano de Segurança e Saúde (PSS) de todas as actividades de construção sob sua supervisão;

Recolhe a informação necessária ao controlo do planeamento e custos e processa-a.

Posição na Estrutura Hierárquica e Funcional

Depende do Chefe do Projecto do Bloco.

Funções a Desempenhar

Elaborar as recomendações julgadas convenientes com o fim de melhorar a Qualidade de execução;

Executar as Acções de Inspeção e Ensaio previstas no Plano de Inspeções e Ensaios (PIE), incluindo a recepção de materiais;

Supervisionar e verificar as Acções de Inspeção e Ensaio a serem executadas pelo empreiteiro, de acordo com o PIE;

Participar ao Chefe do Projecto do Bloco qualquer desvio que venha a ser detectado entre o projecto e a construção;

Verificar as acções correctivas de não conformidades, após aprovação pelo Chefe do Projecto do Bloco, propondo o fecho das mesmas;

Verificar o cumprimento das regras de segurança no decurso da construção, não autorizando a execução de trabalhos sem que estejam reunidas todas as condições previstas no PSS, ou determinadas pelo Coordenador de Segurança em Obra (CSO);

Preencher o Diário de Obra com toda a informação referente ao controlo do planeamento e acções de inspecção e ensaio executadas ou supervisionadas;

Efectuar as acções de inspecção e ensaio e respectivo registo, conforme previsto no PIE;

Verificar as medições constantes do Auto de Medição mensal.

Manter o sistema de informação actualizado, garantindo a distribuição da informação por todos os intervenientes;

Efectuar os *backups* mensais de todos os ficheiros armazenados no sistema informático. *Plano de Gestão e Fiscalização, Cenor, Setembro de 2004*

2.3 O papel da Fiscalização

A equipa de Fiscalização assume, cada vez mais, um papel fundamental para a maximização da qualidade global de uma obra. A coordenação e acompanhamento dos trabalhos permitem a detecção antecipada e a resolução

oportuna dos problemas que surgem em obra, com evidentes benefícios em termos do prazo global da empreitada.

A minimização dos custos globais para a obtenção do nível de qualidade especificado em projecto, significa para o Dono de Obra que os custos de uma construção devem ser encarados como os custos da construção propriamente dita (obra), acrescidos dos custos de manutenção e exploração. A coordenação e controle da execução em obra, realizada por uma equipa de Fiscalização traduz-se numa minimização dos custos de construção e, por via de um acréscimo da qualidade da obra, na minimização dos custos futuros de exploração e, sobretudo, de manutenção no futuro.

O controlo dos materiais e dos processos construtivos, a par da coordenação das diversas actividades em obra permite a obtenção dos níveis de qualidade especificados para a construção.

2.4 Vantagens da Fiscalização/Coordenação de obras

A fiscalização/coordenação de obras são hoje actividades essenciais na garantia da qualidade global na área da construção, dando resposta, dada vez mais à complexidade crescente que as obras apresentam.

A contratação de uma equipa de fiscalização/coordenação de obras corresponde, numa perspectiva global e do ponto de vista do Dono de Obra, à obtenção de ganhos a todos os níveis: Qualidade, Custos e Prazos.

Desta forma destacam-se, entre outras, a vantagem de uma equipa de fiscalização ser composta por técnicos qualificados e detentores de

conhecimentos de grande importância para o desenvolvimento dos trabalhos, bem como a capacidade de diálogo e de resposta para com o empreiteiro.

2.5 Vantagens da Fiscalização/Coordenação para a execução da Obra

Vistas as vantagens da fiscalização/coordenação de obras, resta assinalar que a contratação de uma equipa de fiscalização/coordenação qualificada constitui, em primeiro plano, uma vantagem para o dono de obra, seja ela pública ou particular, independentemente da sua dimensão e tipo de obra que este esteja a promover.

Acresce ainda que a contratação de uma equipa de fiscalização/coordenação de obras liberta o dono de obra para as suas actividades, garantindo ao mesmo tempo uma representação técnica em obra com capacidade de controlar a execução dos trabalhos e garantir o bom relacionamento com o empreiteiro.

Detentora de conhecimentos reais do mercado, procedimentos de execução, qualidade e segurança, uma equipa de fiscalização no terreno consegue garantir ao dono de obra:

A análise do projecto, realizada previamente á contratação da entidade executante, de forma a garantir um cuidado detalhado no processo de concurso e, numa fase posterior à contratação garante a minimização do risco de eventuais conflitos entre dono de obra e empreiteiro;

O controlo na recepção de materiais, e dos processos construtivos, a par da coordenação das várias actividades nas várias frentes de obra permite a obtenção dos níveis de qualidade especificados para a construção, permitindo a maximização da qualidade global da obra.

O acompanhamento da equipa de fiscalização em obra não pode ser encarado como um custo acrescido para o dono de obra, mas sim como uma mais-valia em termos futuros de exploração e manutenção da obra. Durante a realização da obra a fiscalização antevê a minimização dos custos globais e garante a realização dos processos construtivos com a qualidade especificada em projecto.

O controlo de prazos de execução é garantido pelo acompanhamento dos trabalhos. Este acompanhamento em frente de obra permite a detecção antecipada e a resolução atempada dos problemas, com evidentes benefícios em termos do prazo global da empreitada.

2.6. Procedimentos de fiscalização em obra

Os procedimentos de fiscalização em obra são realizados consoante a actividade a controlar/fiscalizar e são objecto de uma sistematização e planificação que fazem parte de um posterior Plano de Inspecção e Ensaio – PIE, elaborado, sendo sempre registados num documento de registo, conforme definido no referido Plano.

O objectivo das acções de inspecção e ensaio será o de garantir que os materiais e equipamentos efectivamente aplicados na execução da obra são os que foram previamente aprovados, conforme registos do processo de aprovação prévia e que os processos construtivos são executados de acordo com as respectivas especificações.

Dos registos de qualidade será elaborado um processo específico sobre cada parte da obra, por forma constituir arquivos individuais por infra-estrutura.

Destes registos, será duplicada a documentação necessária à elaboração da compilação técnica, nomeadamente: documentação técnica; manuais de manutenção; certificados de fabrico e garantias. *Plano de Gestão e Fiscalização, Cenor, Setembro de 2004*

Passa-se a descrever a organização/estrutura de um *Plano de Inspeção e Ensaio* – PIE:

O *Plano de Inspeção e Ensaio* (PIE) é constituído pelo conjunto de três actividades:

1) Selecção de Materiais, Processos e Equipamentos abrangidos:

Estabelecem-se para cada Área de Especialidade, a listagem de materiais e equipamentos e processos que serão objecto de controlo, bem como as acções de inspeção e ensaio a desenvolver.

2) Elaboração do *Plano de Inspeção e Ensaio* - PIE;

O Plano de Inspeção e Ensaio tem por objectivo fornecer a informação necessária para que se procedam às inspeções e ensaios, a fim de se

assegurar o nível de qualidade previsto para a construção. Para alcançar este objectivo, e em função da listagem anteriormente elaborada, são definidas as rubricas que seguidamente se enunciam, de forma a sistematizar os aspectos relevantes do controlo:

- Actividade → Estabelece as actividades em relação às quais é necessário proceder a inspecções e ensaios;
- Inspeção/Ensaio → Identifica as inspecções e ensaios que é necessário realizar para controlar a actividade em causa;
- Documentação de apoio → Documentos pertinentes à realização de cada inspeção ou ensaio;
- Método de inspeção → É estabelecido em conformidade com o documento de apoio;
- Critério de aceitação → Identifica a conformidade do resultado com os requisitos exigidos no documento de apoio;
- Acção correctiva → Identificação das acções a seguir logo que haja indicação de que os materiais componentes, equipamentos e processos de construção não satisfazem os requisitos especificados no Caderno de Encargos, bem como evitar a repetição da não conformidade;
- Frequência da Inspeção/ Ensaio → Estabelece a frequência e/ou a periodicidade com que se pretende que sejam efectuadas as inspecções ou ensaios a realizar;
- Responsável → Atribuição de responsabilidades aos vários intervenientes no processo.

3) Elaboração do Fluxograma de Inspeção e Ensaio

O Fluxograma de Inspeção e Ensaio é o documento que contém esquematicamente as actividades a desenvolver, devidamente inter-relacionadas.

Registos da Qualidade

O Controlo da Qualidade inclui, fundamentalmente, as actividades conducentes à verificação dos aspectos previstos no *Plano de Inspeção e ensaio (PIE)* e à tomada das acções correctivas consideradas necessárias.

A implementação das acções descritas no presente Plano é evidenciada pelo preenchimento dos registos seguintes:

- *Plano de Inspeção e Ensaio - PIE* → Mapa destinado a fornecer a informação necessária para que se proceda, sem ambiguidades, às inspeções e ensaios necessários para assegurar o nível de qualidade pretendido para a construção. ANEXO I

- *Fichas de Controlo* → Impressos destinados a registar os resultados das actividades de verificação e ensaio. Em anexo Juntam-se as fichas de Controlo Prévio de Betonagem, Ficha de Recepção de Betão e Ficha de Controlo prévio de Desmoldagem. ANEXO II

- *Ficha de Levantamento de Não Conformidades* → Impressos destinados a registar, por actividade, as não conformidades e as respectivas acções correctivas. ANEXO III

Registos de Recepção da construção:

As acções a desenvolver no âmbito da recepção da construção compreendem:

- Vistoria de todos os trabalhos executados para verificação de eventuais deficiências que careçam de rectificação por parte do adjudicatário;
- Realização dos ensaios finais das instalações e dos equipamentos, das suas características e do seu funcionamento e, para realização, pelo adjudicatário, das rectificações eventualmente necessárias;
- Verificação do preenchimento de todos os Boletins de Ensaio devidamente assinados por todos os intervenientes, ausentes de qualquer observação ou ressalva;
- Entrega pelo adjudicatário dos Manuais de Operação e Manutenção dos equipamentos instalados;
- Entrega pelo adjudicatário de uma colecção completa de reproduções de todas as peças desenhadas e contendo a inscrição “Telas Finais”;
- Verificação da retirada do local da obra, dos equipamentos, das instalações fixas, dos materiais, dos elementos de construção e demais bens do adjudicatário;

- Fecho de contas da empreitada. *Plano de Gestão e Fiscalização, Cenor, Setembro de 2004*

2.6.1 Função da Fiscalização no acompanhamento de betonagens

As acções da Fiscalização assumem um papel de extrema importância nas tarefas relacionadas, directa e indirectamente com as betonagens realizadas “*in Situ*”.

Durante o processo de realização de betonagens, a Fiscalização tem como função o acompanhamento de todo o processo de qualidade desde a proposta de composição do betão, de acordo com o pedido em caderno de encargos, até á sua aplicação nas estruturas. A Fiscalização assume nesta tarefa um papel de observador e controlador de forma a garantir a conformidade dos materiais e processos em todas as fases da tarefa.

Qualquer situação não conforme detectada, tal como, falha na execução da mistura na central de betão ou “*slump*” fora dos valores estipulados para a classe de betão prevista para o elemento a betonar, não está directamente relacionada com a acção da Fiscalização, pois esta não intervêm no processo produtivo, apenas o controla. À Fiscalização incumbe a responsabilidade de garantir que o betão aplicado na estrutura em causa está conforme o estipulado no caderno de encargos e quando tal não se verifica, recusar a sua aplicação.

Acções da Fiscalização em betonagens:

Análise da composição do betão entregue pela Entidade Executante para validação da Fiscalização e posteriormente submetida á aprovação do Dono de Obra.

Esta análise é feita tendo por base a legislação mais relevante sobre o tema, NP EN 206-1, LNEC 464, Decreto Lei n.º 301/2007 de 23 de Agosto, NP EN 197-1/2001.

Análise do pedido de Betonagem proposto pelo Empreiteiro para determinada estrutura;

Observação “*in situ*” da qualidade do betão recepcionado recorrendo á análise da guia de transporte emitida pela central de betão e efectuado o ensaio de abaixamento “slump”, com recurso à NP EN 12350-2.

Observação do processo de descarga e vibração do betão;

Acompanhamento da cura e descofragem dos elementos betonados.

3. Caso de estudo

3.1. Introdução

Pretende-se neste ponto apresentar os procedimentos de controlo que foram aplicados a um caso de estudo, mais concretamente na construção de uma estrutura de tomada de água de um reservatório de aterro.

Serão especificamente identificados os procedimentos de conformidade de betonagens que foram implementados durante a execução da Parede central interior da Estrutura de Tomada de Água uma vez que nos restantes elementos da estrutura, os procedimentos aplicados sucederam-se em todas as betonagens.

3.2 Descrição da empreitada

A empreitada em questão teve por objecto a realização das obras correspondentes à execução de rede viária, rede de drenagem e respectivo bloco de rega, englobando a integral e total execução do conjunto de obras de construção civil e de movimentação de terras necessárias à referida empreitada e que incluem, essencialmente:

Rede Viária

Construção de caminhos agrícolas com extensão de cerca de 50 km;

Construção dos aquedutos, passagens a vau, serventias e outras obras de arte;

Execução dos nós de ligação dos caminhos;

Execução da sinalização vertical e horizontal.

Rede de Drenagem

Reperfilamento e limpeza de valas;

Construção das obras de arte associadas às valas (aquedutos, quedas, confluências e soleiras de fixação).

Rede de rega

a) Abertura de valas para assentamento de tubagem em polietileno de alta densidade (PEAD) e betão com alma de aço num total de 12 km;

b) Construção de câmaras de válvulas, caixas de hidrantes, descargas de fundo e ventosas e instalação de equipamentos mecânicos.

3.2.1 Estrutura de tomada de água

A Estrutura de tomada de água está inserida no projecto de execução do reservatório de regularização R2, que é abastecido por uma conduta de adução desde o canal Alvito-Pisão. A obra compreende uma conduta de adução, uma pequena barragem em aterro, um descarregador de cheias, uma descarga de fundo e uma tomada de água. ANEXO IV - Desenhos da estrutura de tomada de água.

A Estrutura de Tomada de Água, com apenas um nível de captação, é constituída por um canal de aproximação com secção rectangular, uma

estrutura de entrada com dois orifícios rectangulares com largura útil de 1,50 m e altura útil de 1,50 m, obturados por comportas vagão, Fig. 2.



Figura 1 e 2 – Estrutura de tomada de Água - Comportas

Na entrada das primeiras câmaras serão instaladas duas comportas vagão com secção útil de 1,50 m x 1,50 m. À saída destas câmaras serão instaladas duas grelhas metálicas com barras afastadas de 50 mm. Estas câmaras intermédias permitem a entrada para limpeza e manutenção das comportas e das grelhas.

A seguir a estas câmaras situam-se as câmaras onde foram instalados os sistemas de filtração (tamisadores).

Lateralmente aos tamisadores e na parede de jusante foram instaladas duas comportas murais que permitem o funcionamento da descarga de fundo.

Todas as secções da Estrutura de Tomada de Água foram betonadas “*in situ*” e como exemplo de caso de estudo apresentam-se os procedimentos utilizados durante a betonagem da Laje inferior do elemento em análise.

3.2.1.1 Reservatório de regularização R2

O reservatório R2, designado por Faro encontra-se situado a cerca de 700 m do canal Alvito-Pisão. Este reservatório de regularização tem como função principal responder instantaneamente aos caudais pedidos, pela rede secundárias de rega. A tomada de água para o reservatório R2 é constituída por um canal em secção rectangular, equipado com comportas de corrediça para regulação dos caudais admitidos no reservatório. No canal rectangular, a montante das comportas, foi instalado um medidor de caudal do tipo ultrasónico que permite medir o caudal aduzido, regular as comportas e contabilizar o volume total fornecido ao reservatório.

3.2.1.2 Conduta de adução

O reservatório R2 localiza-se a cerca de 700 m do canal de adução. Foi necessário considerar uma conduta de adução gravítica que permite a alimentação da albufeira do reservatório. Adoptou-se uma conduta com um diâmetro igual a 1500 mm.

3.2.2 Materiais

3.2.2.1 Betões, cofragens e armaduras

Betões: Os betões utilizados na execução da estrutura de tomada de água foram das seguintes classes:

Nº	Norma	Classe de Resistência à compressão	Cimento	D	Classe de exposição ambiental	Teor de cloretos	Classe abaixamento
108	NP EN 206-1	C30/37	CEM II/B-M	22.4	XC2(P)/XA1(P)	Cl0.4	S3
106	NP EN 206-1	C25/30	CEM II/A-L	22.4	XC1(P)/XC2(P)	Cl0.4	S3

Quadro 1- Resumo das características do betão

Apresenta-se em ANEXO V a composição dos betões utilizados e características dos seus constituintes.

Recobrimento exterior e interior (cm): 4.0 cm

Os materiais a utilizar no fabrico dos betões, água, cimento, e pozolanas obedeceram ao especificado na NP ENV 206, tal como a composição, fabrico, Fiscalização, recepção e colocação dos betões. ANEXO V – Boletim de Composição do betão.

O tipo, condições de execução, desmoldagem, descimbramento das cofragens a utilizar, bem como o acabamento das superfícies moldadas, obedeceram a procedimentos de controlo que foram também alvo de fiscalização. ANEXO II

Cofragem de madeira: As cofragens utilizadas foram todas recuperáveis e obedeceram a requisitos de qualidade também especificados em caderno de encargos.

a) As madeiras de cofragem a empregar deverão ser cerneiras, não ardidadas, nem cardadas, sem nós viciosos e isentas de caruncho, fendas ou falhas que comprometam a sua resistência.

b) As madeiras serão de primeira escolha, isto é, seleccionadas por forma a que mesmo pequenos defeitos (nós, fendas, etc) não ocorram com grande frequência, nem com grandes dimensões, nem em zonas das peças onde se encontrem instaladas as maiores tensões.

c) As madeiras de cofragem serão de pinho nacional ou equivalente, de quina viva e perfeitamente desempenadas.

d) As tábuas para moldes terão uma espessura não inferior a 2,2 cm e serão aplainadas e tiradas de linha.

e) Os calços e cunhas a aplicar poderão ser de sobro de boa qualidade ou de carvalho.

f) Não será permitido o emprego de peças de madeira de peso específico excepcionalmente baixo nos cavaletes de montagem e nos escoramentos dos pilares, durante a construção.

g) O número de anéis de crescimento de madeira por centímetro não poderá ser inferior a 3, sendo preferível que seja igual ou próximo de 6.

h) Quaisquer defeitos verificados após a desmoldagem serão imediatamente reparados segundo indicações e assistência da Fiscalização. (PROJECTO DE EXECUÇÃO.

VOLUME III.8 - REDES SECUNDÁRIAS DE REGA. CADERNO DE ENCARGOS – CLAUSULAS TÉCNICAS, SETEMBRO DE 2004)

Cofragem de painéis metálicos: A grande maioria dos painéis utilizados para cofragem da estrutura de tomada de água foi painéis metálicos de forma a garantir superfícies com acabamentos melhorados evitando imperfeições, uma vez que a estrutura fica com o betão à vista.

Dada a especificidade da estrutura, esta tem que ficar totalmente estanque, por isso este tipo de cofragem evita a formação de bolhas de ar e futuros espaços vazios. Este tipo de cofragem permite ainda a garantia da geometria definida e uma fácil descofragem sem provocar danos na estrutura.



Figura. 3 e 4 – Cofragem com painéis metálicos

3.2.3 Modo de execução dos trabalhos de betonagem - Tipos de betonagem

A verificação da conformidade do betão tem início no estudo de composição do betão. O mesmo é previamente entregue pelo empreiteiro à Fiscalização para análise e aprovação. ANEXO V

A composição proposta tem que respeitar as dosagens e as quantidades mínimas dispostas legalmente na NP EN 197-1.

Após aprovação por parte da Fiscalização, todas as betonagens são acompanhadas pelo Fiscal de frente de obra que recebe o betão e verifica a sua conformidade:

Os critérios de avaliação são os seguintes:

1º Verificação da origem do betão e respectivas classes.

2º Verificação das horas de amassadura e tempo de aplicabilidade.

3º Verificação da conformidade das amassaduras com a composição de betão aprovada.

4º Verificação da temperatura do betão.

5º Verificação da consistência do betão a partir de ensaios de Slump.

6º Recolha dos provetes e verificação da sua conservação.

À Fiscalização reserva-se o direito de introduzir, nos programas de betonagem de qualquer parte da obra, as alterações que julgar convenientes, em face das condições de funcionamento das estruturas ou para melhor consecução do objectivo que teve em vista.

Os métodos de verificação/inspecção utilizados são:

Aspecto Visual

- Plasticidade

- Consistência

Consistência

- Plasticidade

Características

- Composição
- Classe (resistência, exposição ambiental, máxima dimensão do inerte, consistência)
- Período de aplicabilidade.
- Resistência à compressão.

Também a frequência/critérios de aceitação são definidos pela Fiscalização:

- Cada 50 m³, uma amostra aleatória para execução de cubos
- Todos os Carros (Cargas) confirmado o Slump e Guia de transporte.
- Aceitação = dentro dos intervalos legais.



Figura. 5 – Ensaio de consistência do betão - “Slump”

Na estrutura de tomada de água foram utilizados dois tipos de betonagem, consoante a especificidade dos trabalhos. As betonagens foram feitas em três fases e consoante a especificidade do elemento a betonar assim foi estipulado em caderno de encargos, o tipo de betonagem a ser utilizado: por bombagem, ou por balde.

3.2.3.1 Por Bombagem

- **Betonagem por Bombagem:** Fundações, Laje inferior e paredes interiores e exteriores

Após a recepção e aprovação do betão por parte da fiscalização, este é descarregado directamente da auto-betoneira para a auto-bomba que por sua vez o bombeia, através do braço articulado até à zona a betonar.

Este método de betonagem permite uma aproximação exacta e rápida às zonas de maior dificuldade de acessos, garantindo que o betão é introduzido eficazmente entre as armaduras e cofragens.



Figura. 6 – Descarga do betão para a auto-



Figura. 7 – Betonagem do muro lateral esquerdo da Estrutura de Tomada de Água a partir da auto-bomba

A colocação e vibração do betão foram particularmente cuidadas junto de moldes dos elementos da estrutura sobre os quais correrá água, de modo a obterem-se superfícies lisas.

Nenhuma operação de betonagem poderá ser iniciada sem que a Fiscalização proceda à verificação da implantação dos moldes e armaduras e ao exame do estado das superfícies, das juntas e dos moldes, para o que deverá o Empreiteiro avisar, com a necessária antecedência, a Fiscalização.

O início efectivo da colocação do betão só poderá verificar-se depois de autorização e com assistência da Fiscalização.

(PROJECTO DE EXECUÇÃO. VOLUME III.8 - REDES SECUNDÁRIAS DE REGA. CADERNO DE ENCARGOS – CLAUSULAS TÉCNICAS, SETEMBRO DE 2004)

3.2.3.3 Por balde

– **Betonagem por balde:** Fixação dos aros das comportas e preenchimento de paredes para assentamento das correntes dos tamisadores.

Este tipo de procedimento de betonagem é usualmente utilizado em zonas de difícil acesso e de espaços confinados. Neste caso concreto, betonagem para fixação dos aros das comportas, o balde foi acoplado a uma retro-escavadora.



Figura. 8 – Descarga do betão para o balde



Figura. 9 – Betonagem para fixação dos aros das comportas murais da Estrutura de Tomada de Água

A descarga do betão é feita directamente da auto-betoneira para o balde e posteriormente este é dirigido para o elemento a betonar suspenso na lança da retro-escavadora.

3.3 Procedimentos de segurança em obra

A execução de peças em betão, armado ou não, implicam a análise prévia de estabilidade e montagem de todos os equipamentos, tais como, prumos, cimbres, moldes cofrantes e armaduras. É imperativo também o estudo das betonagens, por balde, por bombagem ou de forma directa e posteriormente a descofragem.

De igual modo deverá ser conhecido o encadeamento das operações que precedem e seguem as betonagens, os planos de rotação das cofragens (programação), adoptando as cofragens mais convenientes à obra a executar e tendo em conta o seu estado de utilização e melhor qualificação das técnicas de construção com maior segurança.

A actividade de Betonagem requer atenção especial no que concerne a segurança, uma vez que lhe estão inerentes, vários riscos frequentes, tais como:

- Quedas em altura
- Queda de objectos
- Entaladela
- Electrocussão

- Ruído
- Vibrações
- Ruptura das cofragens
- Esmagamento
- Projecção de partículas
- Sobreesforços
- Dermatoses

Cada risco tem uma prevenção associada com a finalidade de o eliminar, ou caso seja impossível, de o reduzir:

Programar os trabalhos de montagem das armaduras;

Garantir a estabilização das armaduras.

Assegurar permanentemente o estado da estabilidade dos prumos e das cofragens;

Facilitar os acessos aos postos de trabalho, equipando-os com escadas;

Elaborar o plano de betonagem, definindo equipamentos e modos operatórios;

As plataformas de trabalho devem possuir guarda-corpos e guarda-cabeças, sendo proibido trabalhar sobre escadas.

No interior da zona de betonagem os trabalhadores devem utilizar obrigatoriamente botas impermeáveis;

Deverá estar obrigatoriamente colocado (em permanência) um trabalhador na parte superior da zona de betonagem de forma a coordenar os trabalhos (débito de betão e orientação do caudal de betão);

Deve ser efectuada a verificação e controlo de todos os equipamentos em geral, plataformas, ligações eléctricas, cofragens e bombas.

Os equipamentos de protecção individual obrigatórios são:

Capacete de protecção

Fato impermeável

Botas impermeáveis

Botas de protecção mecânica

Luvras de protecção mecânica

Protectores auriculares

Sistema anti-quedas (alturas superiores a 3m)

Procedimentos de Segurança em Betonagem com bomba

- A tubagem da bomba deve estar bem apoiada e amarrada a elementos com solidez adequada, de forma a evitar movimentos;
- A mangueira de descarga deve ser guiada, no mínimo, por dois trabalhadores e, ter comprimento adequado, a fim de evitar o movimento incontrolado da mesma;
- A bomba só deve ser operada por trabalhadores com formação adequada;

Procedimentos de Segurança em Betonagem com balde

- É proibido carregar o balde acima da carga máxima admissível do equipamento que o movimenta;
- As manobras do balde devem ser dirigidas por trabalhadores com formação adequada;
- Após a betonagem, os baldes de betão devem ser limpos e conservados, especialmente os dispositivos de abertura e fecho;
- É proibida a permanência de trabalhadores debaixo do balde durante a sua movimentação;

3.4 Fiscalização

3.4.1 Plano de controlo de betonagem

O Plano de controlo de betonagem executado pela fiscalização é um conjunto de documentos onde são registados todos os dados obtidos desde, a preparação do elemento a betonar, em termos de armaduras e cofragens até à chegada do betão á obra, conclusão da betonagem e descofragem.

Este plano é constituído por três documentos fundamentais:

1- Controlo Prévio de Betonagem - CPB;

2 - Recepção do Betão - RB;

3 – Controlo Prévio de Desmoldagem - CPD.

Após todos os trabalhos preliminares que antecedem os trabalhos de execução de armaduras, o fiscal de frente de obra inicia o Plano de controlo de betonagem:

Com o documento *Controlo Prévio de Betonagem - CPB*, o fiscal de frente de obra efectua os seguintes registos:

- Número do documento em questão;
- Identificação do elemento a betonar;
- Data prevista para o dia da betonagem, hora de início e fim da mesma;
- Especificidade do aço utilizado nas armaduras,

- Classe de betão, consistência, volume a aplicar e número de provetes a retirar.

Após esta identificação, o fiscal passa a verificar “*in locu*”, os seguintes requisitos:

- Trabalhos Preliminares:

Betão de limpeza;

Tratamento da junta de betonagem;

Limpeza da armadura de arranque,

Juntas de estanqueidade

- Armaduras:

Posicionamento;

Secções;

Limpeza;

Espaçamento;

Empalmes;

Encontros;

Arranques;

Estribos;

Recobrimento.

- Cofragem:

Montagem;

Escoramentos;

Limpeza;

Negativos;

Juntas.

- Topografia:

Cota inferior e superior da betonagem;

Eixo, secção e orientação das faces;

Altimetria;

Implantação;

Encontros.

- Instalações especiais:

Negativos;

Tubagem de energia.

Após vistoria, os requisitos são dados como aceites ou a corrigir. Se for necessária correcção de algum requisito, o mesmo terá que ser alvo de nova inspecção até que todos sejam aceites pela fiscalização e se possa efectuar a betonagem.

Após aceitação, é marcada a data para a betonagem. Esta é acompanhada pelo fiscal de frente de obra que efectua o registo dos seguintes requisitos no documento de *Recepção do Betão - CB*:

- Identificação do documento com o número de betonagem na obra;
- Identificação do elemento a betonar;
- Identificação da Classe de betão, consistência e identificação da central de betonagem de proveniência do betão;
- Volume de betão previsto para a betonagem, bem como o tipo de betonagem que será utilizado;

Estes elementos estão previamente definidos em caderno de encargos ou peças desenhadas. Segue-se o preenchimento com dados que são retirados da guia de remessa que acompanha a entrega do betão.

- Identificação do número da guia de remessa e da matrícula da auto-betoneira que descarrega o betão;
- O valor do resultado do Slump (cm) efectuado "*in locu*";
- Hora da amassadura do betão, hora de início e fim da descarga do betão;
- Volume de betão descarregado;
- Temperatura ambiente e temperatura do betão;

- Identificação dos números das amostras que foram retirados para provetes.

Estes procedimentos são repetidos para cada auto-botoneira que chega á obra. Qualquer observação relevante também deverá ser anotada em campo próprio para o efeito. No final da betonagem é somado o volume total de betão empregue no elemento betonado, e o documento é assinado pelo representante do empreiteiro e pelo fiscal que acompanhou todo o processo.

Passa-se à fase de cura do betão e quando o elemento betonado estiver em condições de ser desmoldado é feito novamente o registo dos seguintes requisitos, no documento *Controlo Prévio de Desmoldagem - CPD*:

- Identificação do documento em causa;
- Identificação do elemento a desmoldar;
- Identificação do número do documento de *Controlo Prévio de Betonagem e do de Recepção do Betão*;
- Data da betonagem e volume de betão utilizado;
- Identificação dos provetes retirados, idade, data e tensão de rotura.

Todos estes procedimentos de controlo permitem garantir ao dono de obra que a qualidade exigida é assegurada durante todo o processo, desde a fabricação do betão até ao fim da betonagem do elemento em questão e posteriormente na sua desmoldagem.

3.4.2 Recepção do betão em obra

O resultado das inspeções para a recepção do betão em obra é sempre alvo de registo pela Fiscalização no modelo “RB – *Recepção de Betão*”, descrito no ponto 3.4.1

A recepção do betão à chegada à obra deverá respeitar o especificado na norma NP ENV 13670-1, nomeadamente no Quadro G.3, e restantes especificações técnicas definidas em Caderno de Encargos e ser efectuada com base na verificação de quatro critérios, no mínimo, após confirmação de que o betão a receber foi fabricado de acordo com a composição aprovada e indicada no RB correspondente à betonagem:

- Tempo decorrido desde a amassadura;
- Classe e composição do betão previstas;
- Temperatura do betão fresco;
- Consistência do betão.

A confirmação da hora de saída da central e de que o betão fornecido foi fabricado segundo a composição aprovada, é feita pela verificação da guia de remessa do mesmo e talão de carga anexo.

Será considerado que o betão é fornecido segundo a composição aprovada, sempre que a dosagem dos materiais constituintes da amassadura não apresente desvios superiores às tolerâncias especificadas no Quadro 21 da norma NP EN 206-1.

O intervalo de tempo máximo entre a amassadura do betão e a sua colocação nos moldes, dependerá da sua composição e da temperatura ambiente, não devendo, salvo em excepções justificadas, ultrapassar o período de tempo previsto no Caderno de Encargos, ou na ausência deste, o máximo de duas horas. A aceitação de intervalos maiores dependerá da definição prévia de composições com a introdução de adjuvantes retardadores de presa. Nesta situação, a composição aprovada deverá indicar claramente qual o tempo máximo admissível.

Em qualquer caso, findas as duas horas ou o tempo máximo admissível referido, o betão só poderá ser aceite, após ser confirmada a manutenção das propriedades do betão fresco, nomeadamente através da medição da sua consistência e da temperatura da sua massa.

Após a verificação da guia de remessa do betão a receber e do talão de carga, deverá efectuar-se uma inspecção visual, sem prejuízo de outras inspecções previstas, a fim de verificar se o betão tem uma aparência normal. A inspecção visual efectua-se sobre uma amostra de betão retirada do carro.

O desenvolvimento da resistência do betão é condicionado pela temperatura da massa do betão fresco, desde a sua amassadura até à sua colocação na Obra, diminuindo aquela com o aumento da temperatura.

Assim, conforme o preconizado na especificação LNEC E 477, deverá ser assegurado que a temperatura do betão até à sua colocação estará compreendida entre 5 °C e 30 °C, sendo rejeitado todo o betão cuja temperatura não esteja dentro destes valores. No caso de elementos finos a betonar, a temperatura mínima do betão deverá ser de 10 °C.

A norma NP ENV 13670-1 apenas dispensa a execução de ensaios de medição da consistência em todos os carros, nos casos das obras para as

quais seja aplicada a classe de inspecção 1, segundo especificação do Autor do Projecto, e tal obrigatoriedade não esteja prevista no Caderno de Encargos, desde que não surjam dúvidas.

No entanto, sempre que não seja obrigatória a determinação da consistência em todas as entregas, esta propriedade deverá ser sempre determinada quando da colheita de quaisquer provetes para ensaio.

A consistência de um betão é especificada através da sua classe de consistência (S1 a S5) e deverá ser medida através do ensaio de abaixamento especificado na norma NP EN 12350-2.

Nas situações em que o betão se apresente menos plástico do que previsto, não será permitida qualquer adição em obra de água, ou de adjuvante, para correcção da trabalhabilidade do betão.

O número de amostras a recolher durante uma betonagem é determinado no plano de amostragem previsto, devendo tal ser confirmado ao Empreiteiro através da entrega do RB.

A ficha de controlo “RB – *Recepção de Betão*” é preenchida nesta fase, para posterior tratamento informático dos dados.

É fundamental que todos os campos da ficha sejam preenchidos, devendo registar-se os dados referentes a todos os carros recebidos, sejam eles aceites ou rejeitados.

Os carros de onde são retiradas amostras deverão ser identificados na ficha de controlo “RB – *Recepção de Betão*”, com recurso ao campo destinado a observações, registando-se a referência dos respectivos provetes.

3.5 Controlo de conformidade durante a execução da betonagem

Aplicação do betão

As condições de aplicação do betão deverão ser tais que garantam o total preenchimento do molde e envolvimento das armaduras sem a ocorrência de segregação.

Para que sejam garantidas as necessárias condições de aplicação, o betão deverá ser estudado tendo em consideração as dimensões e geometria do molde, a densidade de armaduras e os meios de colocação (balde, bomba, descarga directa). Em superfícies à vista poderá ser necessário efectuar um ensaio prévio num elemento destinado a servir como amostra de referência.

Durante a betonagem o colaborador da fiscalização responsável pelo seu acompanhamento, deverá proceder às inspecções previstas no Quadro G.5 da norma NP ENV 13670-1, e proceder ao registo de todas as situações anómalas que se verificarem durante a colocação e compactação do betão.

Item	Classe de inspecção 1	Classe de inspecção 2	Classe de inspecção 3
Planeamento da inspecção		Instruções para os operadores Cadência de colocação Seqüência de colocação Espessura da camada	Instruções para os operadores Cadência de colocação Seqüência de colocação Espessura da camada Desenho ou diagrama de processo
Inspeção das superfícies moldadas	Inspeção de base	Inspeção de base e aleatória: – condições atmosféricas – cadência de colocação – seqüência de colocação – espessura da camada – segregação – consistência – número de vibradores de agulha – diâmetro dos vibradores de agulha – distância de penetração – profundidade de penetração – revibração – vibradores aplicados a cofragens – vibradores de superfície – movimentos do betão – deformação do molde – fixação de peças embebidas	Inspeção da totalidade da betonagem: – condições atmosféricas – cadência de colocação – seqüência de colocação – espessura da camada – segregação – consistência – número de vibradores de agulha – diâmetro dos vibradores de agulha – distância de penetração – profundidade de penetração – revibração – vibradores aplicados a cofragens – vibradores de superfície – movimentos do betão – deformação do molde – fixação de peças embebidas
Inspeção das superfícies livres	Inspeção de base	Inspeção de base e aleatória: – leitada superficial – uniformidade da superfície – formação de crosta – momento do fim da compactação – momento do acabamento – protecção da superfície Medição dos desvios da superfície de acordo com as especificações de projecto	Inspeção da totalidade da betonagem: – leitada superficial – uniformidade da superfície – formação de crosta – momento do fim da compactação – momento do acabamento – protecção da superfície Medição dos desvios da superfície de acordo com as especificações de projecto

Quadro 2 - Inspeção da colocação e compactação (Fonte: Norma NP ENV 13670-1).

A boa vibração da massa de betão fresco é fundamental para o resultado final, motivo pelo qual é importante dispor dos equipamentos necessários, com a potência adequada às características da peça a betonar e à composição escolhida para o betão a aplicar. Nas situações mais comuns, a agulha de vibração deverá ser sempre colocada na vertical, sendo retirada lentamente quando a quantidade de bolhas de ar que se libertam da massa de betão começa a ser reduzida.

Em elementos de geometria complexa, ou com elevadas densidades de armaduras dever-se-á dar particular atenção às zonas de acesso mais difícil.

Quando existem peças pré-posicionadas (negativos, passa-muros, chumbadouros ou cabeças de ancoragem), será necessário tomar particular atenção à sua fixação, bem como à colocação e vibração do betão fresco, de forma a garantir que as peças se mantêm posicionadas e são totalmente envolvidas.

Para além da qualidade do betão fresco, a forma da colocação deste no molde é igualmente importante para a qualidade final do betão fabricado. Assim, a altura de queda livre do betão no molde não deverá ser superior a 1 metro e a vibração deve ser executada de forma cuidada e eficaz.

Na betonagem de muros, paredes ou vigas de grande altura, não deverá ser permitida a colocação de betão com espessuras superiores a 50 cm, implicando a execução de mais de uma camada. O intervalo de tempo entre a colocação de camadas sucessivas, não deverá ser superior a duas horas. Se por qualquer motivo a betonagem parar por um período que impeça o cumprimento do prazo de duas horas, para a colocação de betão fresco sobre a camada inferior ou adjacente, deverá a mesma ser interrompida, executando-se uma junta de betonagem que deverá ser sempre vertical ou horizontal. No

caso de juntas de betonagem verticais, esta deverá ser tratada para que se possam garantir boas condições de aderência na continuação da betonagem.

Em juntas de betonagem horizontais, a leitada que constitui a camada superficial de betão, deverá ser retirada imediatamente após terminar a presa, criando-se uma superfície de betão rugosa, sã e limpa.

3.6 Controlo de conformidade após a betonagem – Cura do betão e Desmoldagem dos elementos

A execução de juntas de betonagem poderá ser crítica em superfícies de betão à vista, situação em que as mesmas deverão ser correctamente planeadas, eventualmente em coordenação com o Autores do Projecto de Arquitectura.

Controlo da Cura e da Desmoldagem

A desmoldagem dos elementos de betão armado só poderá ocorrer após autorização da Fiscalização, de acordo com o plano estabelecido, o qual integrará as inspecções previstas nos Quadros G.6 e G.7 da norma NP ENV 13670-1.

Item	Classe de inspeção 1	Classe de inspeção 2	Classe de inspeção 3
Planeamento da inspeção		Procedimento para a protecção contra a secagem prematura e a congelação Procedimento para o controlo da temperatura Sistema de monitorização da temperatura e registo da maturidade	Procedimento para a protecção contra a secagem prematura e a congelação Procedimento para o controlo da temperatura Sistema de monitorização da temperatura e registo da maturidade Cálculo do desenvolvimento e distribuição da temperatura de acordo com as especificações de projecto
Inspeção	Inspeção de base	Inspeção de base e aleatória: – protecção contra a secagem prematura, maturidade – protecção contra a congelação – tempo de descofragem, maturidade – diferenças de temperatura	Inspeção da totalidade da betonagem: – protecção contra a secagem prematura, maturidade – protecção contra a congelação – tempo de descofragem, maturidade – diferenças de temperatura

Quadro 3 – Inspeção da protecção e cura. (Fonte: Norma NP ENV 13670-1).

Item	Classe de inspeção 1	Classe de inspeção 2	Classe de inspeção 3
Planeamento da inspeção		Instruções para inspeção de acordo com as especificações de projecto	
Inspeção	Verificação geométrica Inspeção de base	Verificação geométrica Resistência e maturidade na idade de descofragem Aspecto da superfície: – buracos – ninhos de brita – perda de leitada – bolhas – fissuras – abertura de fissuras Ligações: – varões de espera – parafusos ou varões roscados – inserções – acessórios Recobrimento: – verificação com medidor de recobrimento se requerido pelas especificações de projecto	

Quadro 4 – Inspeção das operações pós betonagem (Fonte: Norma NP ENV 13670-1).

O tempo de desmoldagem e a cura do betão deverão sempre respeitar um procedimento especificado ou proposto pelo Empreiteiro e aprovado pela Fiscalização, de modo a assegurar que o desenvolvimento da resistência do betão se processará correctamente.

É importantíssimo que o processo de cura dos elementos de betão armado seja efectuado na Obra de forma cuidada, a fim de que a sua resistência seja,

de facto, representada, pela obtida no ensaio efectuado em laboratório acreditado aos provetes curados em condições normalizadas.

O Empreiteiro submeterá à Fiscalização o seu Pedido de Autorização de Desmoldagem para cada elemento ou grupo de elementos betonados, devendo a Fiscalização verificar se foi cumprido o preconizado pelo Caderno de Encargos e restantes especificações aplicáveis.

Para decisão, a Fiscalização avaliará:

- a disponibilidade em obra dos meios necessários à protecção imediata das superfícies de betão a desmoldar, da acção do sol e do vento durante o processo de cura;
- o tempo decorrido entre a betonagem e o momento em que o Empreiteiro pretende retirar os moldes, adicionando o número de dias em que em que a temperatura foi inferior a 5 °C;
- a resistência mínima especificada para a desmoldagem;
- o tipo de acabamento das superfícies de betão.

A Fiscalização registará o resultado da sua avaliação no modelo *CPD* e comunicará a autorização, ou não, da desmoldagem requerida.

Recepção e Controlo dos Resultados dos Ensaios dos Betões

De acordo com o preconizado pelo Decreto-Lei n.º 301/2007, de 23 de Agosto, a verificação da conformidade do betão a colocar na Obra deverá ser efectuada, a partir dos resultados dos ensaios de identidade previstos na

norma NP EN 206-1 e dos ensaios de recepção preconizados nas especificações do Projecto, relativamente aos restantes requisitos considerados relevantes para o desempenho da Obra.

Os ensaios de identidade a realizar às amostras para determinação da resistência à compressão foram realizados em laboratório acreditado, podendo os das restantes propriedades do betão, na falta de um laboratório acreditado, serem realizados em laboratório competente escolhido por acordo do Empreiteiro com o Dono da Obra, ou, se tal acordo não for possível, em laboratório oficial, conforme o previsto no art. 11.3.7 das Cláusulas Gerais do Caderno de Encargos Tipo das Empreitadas de Obras Públicas.

Os critérios de conformidade a considerar para a resistência à compressão são os indicados no Quadro B.1 daquela norma, para cada grupo de 6 amostras consecutivas, no máximo, sendo o resultado de uma amostra, a média do resultado dos provetes que a constituem. Apresenta-se no ANEXO VI o resultado dos ensaios à compressão realizados às amostras recolhidas durante as betonagens em estudo.

Para as restantes propriedades do betão, deverão ser adoptados os critérios de conformidade preconizados pelas especificações do Projecto, podendo na falta destas, serem adoptados os critérios de aceitação utilizados no controlo da conformidade do produtor.

Todos os resultados deverão ser apresentados à Fiscalização logo que conhecidos.

Sempre que se verifiquem omissões, deverão ser consideradas as disposições regulamentares e as especificações técnicas em vigor.

Responsabilidades dos intervenientes directos em todo o processo:

- Chefe do Projecto - Compete ao Chefe de Projecto:

- a) Verificar o cumprimento dos procedimentos previstos;
- b) Solicitar a entrega pelo Empreiteiro, da informação necessária à verificação da conformidade;
- c) Verificar a conformidade da documentação entregue com as especificações de projecto;
- d) Elaborar os relatórios de betonagem e de conformidade de cada lote de betão;
- e) Manter os registos de qualidade de betões, actualizados.

Técnico Fiscal - Compete ao Técnico Fiscal:

- a) Autorizar as betonagens, mediante o resultado das inspecções a efectuar aos elementos a betonar;
- b) Autorizar a descarga do betão, mediante o resultado das inspecções a efectuar ao betão fresco fornecido;
- c) Autorizar as operações de desmoldagem, mediante o cumprimento dos critérios estabelecidos;
- d) Executar todos os registos da Qualidade obtidos nas inspecções efectuadas, de acordo com o planeado;

e) Executar todas as tarefas delegadas pelo Chefe de Projecto.

4. Resultados e discussão

Enquanto, na fase de concepção de projecto, a qualidade depende essencialmente da correcção das hipóteses de cálculo adoptadas e da pormenorização, a fase de execução depende da qualidade dos materiais e, muito especialmente, da composição, colocação, vibração e cura do betão e do recobrimento das armaduras.

Neste sentido, e após análise dos procedimentos de qualidade aplicados durante a execução da empreitada em questão, verificou-se que a execução da Estrutura de Tomada de Água teve um acompanhamento cuidado em termos de procedimentos de controlo de qualidade que foram garantidos por parte da equipa de Fiscalização contratada para o efeito.

4.1 Controlos efectuados

De todas as betonagens acompanhadas foram escolhidos dois casos distintos, para o mesmo elemento estrutural, efectuados no mesmo dia mas em horários diferentes.

Pretende-se com a apresentação destes dois casos a análise dos parâmetros que foram alvo de acompanhamento e registo pela Fiscalização e a determinação dos factores que influem na conformidade ou não conformidade dos parâmetros previstos.

Passa-se a apresentar o registo do controlo efectuado pela Fiscalização “*in Situ*”, espelhando duas situações distintas: **CASO 1** e **CASO 2** com apresentação dos parâmetros conformes e não conformes que a Fiscalização detectou, no acompanhamento de betonagens de uma das paredes da Estrutura de Tomada de Água.

Como já foi referido anteriormente, todas as betonagens efectuadas na Estrutura de Tomada de Água aos elementos constituintes, foram alvo de acompanhamento e registos por parte da Fiscalização e em todas foram seguidos escrupulosamente os mesmos critérios de qualidade, pelo que, a título de exemplo foram escolhidas duas situações para análise dos parâmetros registados.

CASO 2: Hora prevista para a betonagem: 19h:45m – 21h:45m

DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA	PROJECTO N.º: XXX.XX.X
	CONTRATO: X
RECEPÇÃO DE BETÃO	RB N.º: XX

ELEMENTOS A BETONAR: Parede 23.07.2009

CLASSE DE BETÃO: C30/37 CONSISTÊNCIA: S3 CENTRAL: Pedregão

VOLUME: 35 m³ LOTE: — DESCARGA: Manual Bombeado Directo

INICIO DA BETONAGEM: 19:45 FIM DA BETONAGEM: 21:20

Guia de Remessa Matrícula	Slump (mm)	Hora da Amassadura	Hora de início da descarga	Hora do fim da descarga	Quantidade descarregada	Temp. Ambiente	Temp. do Betão	Provetes
²⁴⁶ 1329.0X	13	18:23	19:45	20:00	7	17°	18	
²⁴⁷ 43.50.05	12	18:47	20:05	20:25	10	17°	18	435/434/435 436/437/438
²⁴⁸ 63.60.28	12	18:59	20:30	20:50	10	17°	18	
²⁴⁹ 45.94.05	13	19:13	20:55	21:10	8	17°	18	
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				
		:	:	:				

OBSERVAÇÕES: Todos os eixos foram aceites pela fiscalização. Todos os parâmetros de controlo conformes.

TOTAL BETÃO DESCARREGADO: 35 m³

Figura 11 - Registo de Recepção de betão: Caso 2

Como complemento das características da composição do betão apresentado no *Quadro, 1* apresentam-se as quantidades dos constituintes por m³ de betão utilizado.

Por m³ de betão:

nº Comp.	Cimento (kg)	Cinzas Volantes (kg)	Areia (kg)	Brita 1 (kg)	Brita 2 (kg)	Água (lts)	Adjuvantes	
							Lts.	Tipo
106	280	0	698	601	606	148	1,5	S 400 Plus
							1,0	V 3008
108	300	40	649	558	563	175	1,9	S 400 Plus
							1,5	V 3008

Quadro 5 – Composição do betão por m³

Para uma melhor percepção do elemento que foi alvo de caso de estudo, apresenta-se em planta a identificação do troço de parede para o qual foram apresentados os registos de acompanhamento de betonagem. Em Anexo IV Planta da Estrutura de Tomada de Água

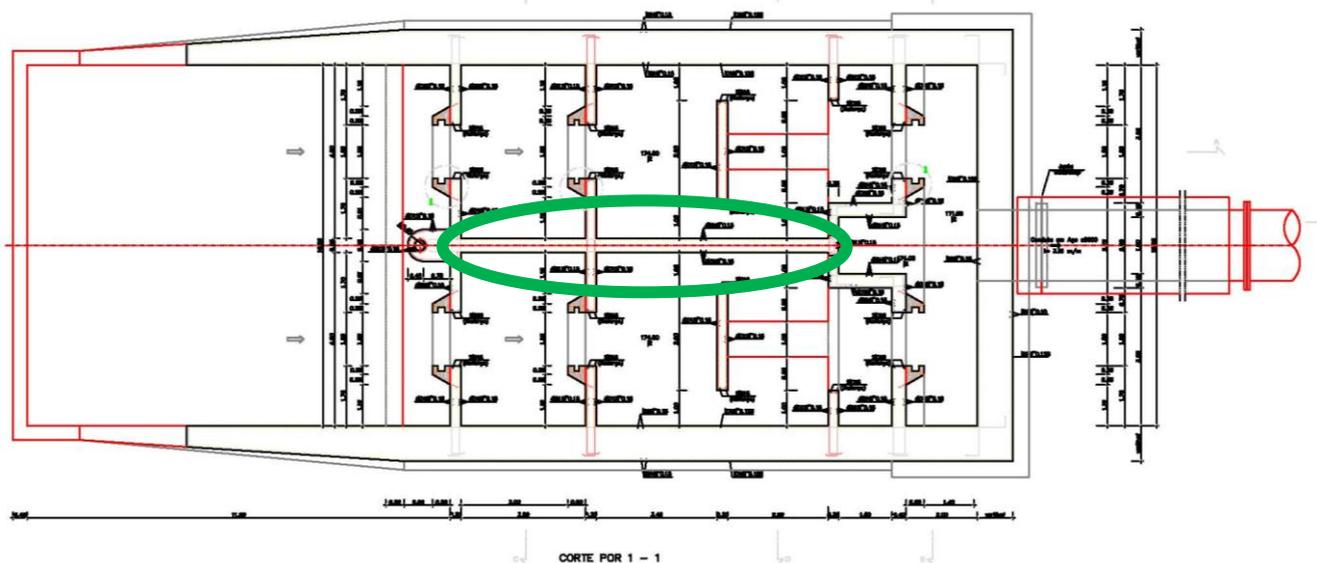


Figura 12 – Planta da Estrutura de Tomada de Água

4.2 Análise dos resultados obtidos

Verificou-se que em ambas as situações, após análise por amostragem, que o betão cumpriu as exigências relativamente à sua composição.

A betonagem correspondente ao **CASO 1** apresentou valores de temperaturas do betão à chegada à obra, com valores superiores ao aceitável conforme estipulado em caderno de encargos e na especificação LNEC E 477, bem como valores de consistência inferiores aos preconizados. A betonagem neste caso estava prevista para o início do período da tarde, altura em que se registava uma temperatura ambiente de 37 °C. A temperatura do betão à chegada à obra com valores superiores a 30°C levou à não-aceitação da carga, sendo esta recusada pela Fiscalização, já que o valor máximo admissível era de 30 °C. Outro parâmetro não conforme registado, foi a consistência do betão, uma vez que devido às elevadas temperaturas que o betão apresentou, perdeu humidade e por conseguinte a sua consistência tornou-se mais densa, ou seja menos fluida, originando a não conformidade dos ensaios de “Slump”.

Relativamente ao **CASO 2**, os parâmetros registados foram conformes e aceitáveis como estipulado em caderno de encargos e na especificação LNEC E 477. A betonagem teve início às 19:45h e terminou às 21:20h. Foram retirados cubos para ensaio do betão á compressão. Apresentam-se na *Figura 13* os resultados dos cubos retirados para amostra na betonagem em questão.

Obra de Arte	Elemento Betonado	Provete N°	Data de Fabrico	Idade	Data de Ensaio	Classe de Betão	Carga (Kn)	Tensão (Mpa)	Média (Mpa)	Slump	Peso (gr)	Volume (cm ³)	Baridade (g/cm ³)
Reservatório R2	Parede	433	23-07-2009	7	30-07-2009	C30/37	510	22,7	23,1	S3	8065	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	434	23-07-2009	7	30-07-2009	C30/37	520	23,1			8032	3375	2,38
Reservatório R2	Parede	435	23-07-2009	7	30-07-2009	C30/37	530	23,6			8100	3375	2,40
Reservatório R2	Parede	436	23-07-2009	28	20-08-2009	C30/37	850	37,8	37,4	S3	8076	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	437	23-07-2009	28	20-08-2009	C30/37	840	37,3			8023	3375	2,38
Reservatório R2	Parede	438	23-07-2009	28	20-08-2009	C30/37	835	37,1			8135	3375	2,41
Reservatório R2	Parede	439	24-07-2009	7	31-07-2009	C30/37	590	26,2			8054	3375	2,39

Figura 13- Resultados dos ensaios de rebentamento dos cubos

Os Resultados dos ensaios de rebentamentos dos cubos nº 433 ao 439, correspondentes à amostra de betão retirada durante a betonagem no **Caso 2**, indicam que foram garantidos os valores de resistência esperados para a composição e para a estrutura em causa cumprindo o previsto em caderno de encargos e na legislação aplicada em vigor.

Para a classe de betão utilizada o valor de tensão mínimo é de 37 MPa, e os resultados para o período de 28 dias cumpre o estipulado por lei.

Para melhor visualização, apresentam-se os resultados dos ensaios de rebentamento dos cubos em ANEXO VI.

Em ambos os casos se verificou que os parâmetros de controlo relativos às características e classe do betão foram satisfatórios uma vez que cumpriram o estipulado. Esta verificação foi feita com base na guia de transporte do betão apresentada pelo condutor da viatura.

Constatou-se que o parâmetro Temperatura foi condicionante na qualidade do betão, uma vez que, se verificou que as betonagens realizadas no período da tarde revelaram não conformidades devido à elevada temperatura que o betão apresentou à chegada à obra. Este facto deveu-se à distância entre a central de betão e a estrutura a betonar, cerca de 40 km, e à altura do ano que em decorreram as betonagens (Julho/2009).

Resumo dos Parâmetros de Controlo de Betonagem efectuados nos Casos em análise.						
	Data da betonagem	“Slump”	Hora de início da descarga	Temp. Ambiente °C	Temp. do Betão °C	Hora de fim da betonagem
CASO 1	23.07.2009	Não conforme	14:30h	37.0	> 30°C Não conforme	Não se realizou a betonagem. Carga recusada
CASO 2	23.07.2009	Conforme	19:45	22	< 30°C Conforme	21:20h

Quadro 6 – Resumo dos Parâmetros de Controlo de Betonagem efectuados nos Casos em análise.

Registo dos métodos de verificação/inspecção do betão durante a sua Recepção							
Casos analisados	Aspecto Visual			Características			
	Consistência	Plasticidade	Temp. do Betão °C	Composição	Classe	Período de aplicabilidade	Resistência à compressão
Caso 1	Não conforme	Não conforme	Não conforme	Conforme	Conforme	Não se aplica	Não se aplica
Caso 2	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

Quadro 7 – Resumo do Registo dos métodos de verificação/inspecção do betão durante a sua Recepção.

Verificou-se para o **Caso 1** que apenas as características relativas à composição e classe do betão se encontraram em conformidade, uma vez que, como já foi referido anteriormente, a consistência, plasticidade e temperatura do betão, foram aspectos que não se encontravam conformes, o que levou à não-aceitação do betão e cancelamento da betonagem. Uma vez que todos os carros de betão recepcionados foram rejeitados, não foram retiradas amostras para ensaio à compressão, assim como também não se levou em linha de conta o período de aplicabilidade.

No **Caso 2**, todos os parâmetros de controlo e verificação foram aceites assim como as características do betão recepcionado. A temperatura do betão, consistência e plasticidade cumpriram os requisitos exigidos já anteriormente referidos, pelo que o período de aplicabilidade do betão também foi considerado conforme. A descarga de betão de cada carro correu sem interrupções, sem exceder os 20 minutos.

Verificou-se em zonas pontuais, que a vibração do betão não terá sido efectuada de forma correcta uma vez que, após a descofragem foram detectados vazios (bolhas de ar).

Dadas as elevadas temperaturas que se fizeram sentir durante a execução das peças em causa, houve, em determinadas zonas, algum cuidado específico na cura do betão. Nestes elementos houve um cuidado específico uma vez teve que ser garantido a estanquidade total e a apresentação do elemento com acabamento de elevada qualidade uma vez que se tratou de peças que ficaram à vista. Por outro lado, os maciços e zonas enterradas não necessitaram de cuidados especiais de apresentação do betão, uma vez que foram aterradas.

Após a betonagem, houve o cuidado de se regar o betão com bastante frequência para que a cura do mesmo fosse feita com uma perda de humidade gradual e não de forma repentina devido às elevadas temperaturas da época.



Figura. 14 e 15 – Cura do betão

Apesar dos cuidados observados durante o processo de cura do betão, devido às elevadas temperaturas, foram detectadas algumas situações de fissuração do betão durante o processo de cura de betonagens que ocorreram durante o período da manhã.

Este facto deveu-se às elevadas temperaturas começarem a sentir-se a meio do período da manhã, sempre com a tendência para o seu agravamento durante o dia. Apesar do procedimento de cura descrito anteriormente, as elevadas temperaturas fizeram com que o betão perdesse o seu teor de humidade de forma mais rápida, o que originou a sua fissuração.



Figuras 16 e 17 – Fissuração do betão

4.3 Não Conformidades ao nível da Segurança

No decorrer das diversas actividades foram levantadas algumas Não Conformidades no que concerne aos procedimentos de segurança. Tal facto, deveu-se na maioria dos casos, ao não cumprimento das normas de segurança, por parte dos trabalhadores e/ou encarregados de frente, descritas no DPSS e à má utilização de equipamentos.

As acções que forma alvo de Não Conformidades registadas pela Coordenação de Segurança em Obra foram objecto de identificação da tarefa em causa, o motivo do não cumprimento e da acção preventiva a ser tomada em linha de conta com indicação do respectivo tempo de reparação da mesma e documento de referência.



Figura. 18 e 19 – Não Conformidade – Risco de queda em altura

No decorrer da execução da Estrutura de tomada de água, ao longo das várias fases de construção existiram algumas falhas graves que foram alvo de Não Conformidade, que se passam a descrever sumariamente:

a) *Não Conformidade: Risco de queda em Altura* - Verificou-se em obra, que os procedimentos de descarga de tubagem não estão a ser cumpridos tal como o previsto no PSS.

- Localização – Conduta de Adução ao reservatório.

- Documentos de referência: PSS, DL 273/2003 de 29 de Outubro.

- Acções Preventivas:

Identificação dos trabalhadores envolvidos na acção;

Responsabilizar o Encarregado de frente de Obra;

Acções de formação específica ao risco a que os trabalhadores estão expostos.

- Tempo de correcção: Imediatamente.

b) Não Conformidade: Risco de queda em Altura – Verificou-se que o encarregado de frente de obra teve uma atitude insegura colocando em risco a sua integridade física.

- Localização: Estrutura de Tomada de água.

- Documentos de referência: PSS, DL 273/2003 de 29 de Outubro.

- Acções Preventivas:

Identificação e responsabilização do Encarregado responsável pela equipa de armadores de ferro, cofragens e betonagens;

Acções de formação específica ao risco a que os trabalhador está exposto.

- Tempo de correcção:

Imediatamente.



Figura. 20 – Não Conformidade – Risco de queda em altura

c) *Não Conformidade: Equipamento de Protecção Colectiva* – O andaime colocado na Estrutura de Tomada de água está a uma distância da estrutura superior a 0.50m. O mesmo não se encontra estabilizado.

- Localização: Estrutura de Tomada de água.

- Documentos de referência: PSS, Portaria n.º101/96, de 03 de Abril.

- Acções Preventivas:

Colocação do andaime em condições de segurança como prevê a legislação: Colocação de guarda corpos interiores.

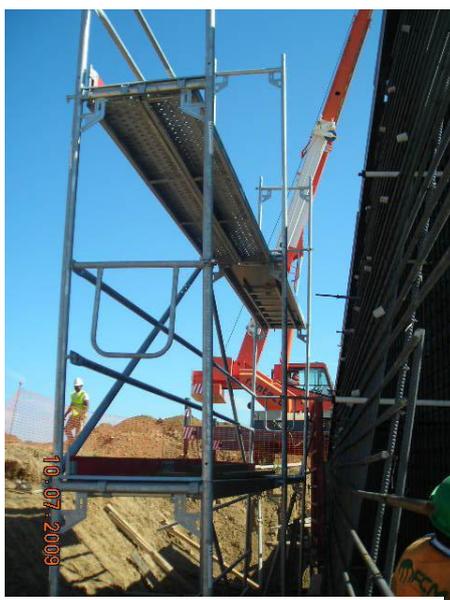


Figura. 21 – Não Conformidade – Equipamento de protecção colectiva

d) *Não Conformidade: Risco de queda em Altura* – O trabalhador praticou um acto inseguro, sem a utilização de EPI's ou EPC's.

- Localização: Estrutura de Tomada de água.

- Documentos de referência: PSS, DL 273/2003 de 29 de Outubro.

- Acções Preventivas:

Identificação do trabalhador;

Responsabilização do Encarregado Geral;

Formação específica ao trabalhador sobre os riscos a que o trabalhador está exposto.



Figura. 22 – Não Conformidade – Risco de queda em altura

d) *Não Conformidade: Risco de queda em Altura* – O trabalhador estava a realizar um trabalho sem as condições mínimas de segurança. A plataforma de acesso não é própria para o efeito.

- Localização: Estrutura de Tomada de água.

- Documentos de referência: PSS, DL 273/2003 de 29 de Outubro, DL 50/2005, de 25 de Fevereiro.

- Acções Preventivas:

Colocação de uma plataforma de trabalho com os requisitos legais exigidos;

Responsabilização do Encarregado Geral;

Formação específica ao trabalhador sobre os riscos a que o trabalhador está exposto.

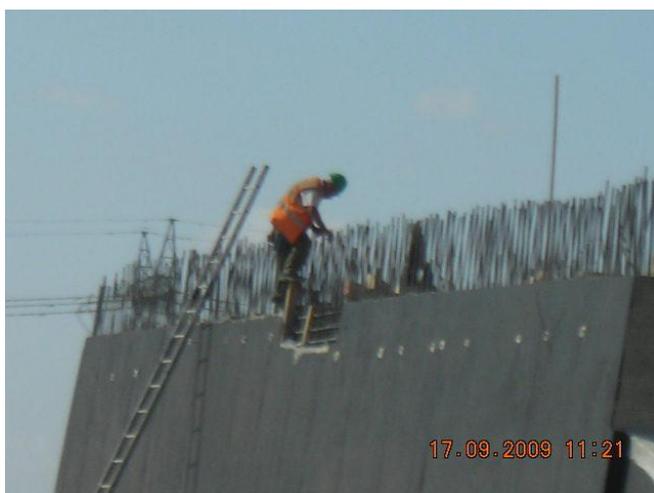


Figura. 23 – Não Conformidade – Risco de queda em altura

Qualquer desvio das boas práticas de trabalho, procedimentos ou, desempenho que possam ter indiciado, directa ou indirectamente, a lesão ou doença, dano a propriedade, dano ao meio ambiente de trabalho, ou uma combinação destes factores conduziram ao levantamento de Não Conformidades de Segurança e responsabilização dos intervenientes.

4.4 Discussão e propostas de melhoria

No que concerne a planos de qualidade e de controlo de procedimentos na actividade de betonagem e elementos estruturais, mais concretamente, para a Estrutura de Tomada de Água, verificou-se que os procedimentos de controlo e qualidade implementados não são suficientes, já que se continuam a detectar “não conformidades”.

O registo permanente de todas as actividades permite à fiscalização a detecção de eventuais anomalias no betão, nas armaduras e cofragens permitindo ainda a relação entre documentos de controlo utilizados, no entanto existem determinados factores que podem ser melhorados.

A aplicabilidade dos planos em questão por parte da fiscalização, nem sempre garante ao dono de obra o cumprimento de todos os requisitos legais de qualidade exigidos, pelo que existem requisitos que podem ser melhorados, quer ao nível da produção, quer ao nível de mão-de-obra, quer ao nível da fiscalização.

Em termos de Fiscalização, verifica-se por vezes, a necessidade de reforço das equipas de maneira a garantir a presença dos Fiscais, de forma mais assídua nas várias frentes de obra. Constata-se por vezes, quando em várias frentes decorrem quase em simultâneo actividades que necessitam de registos e acompanhamento para verificação da conformidade dos processos de execução ou de recepção de matérias, a necessidade de estarem mais elementos da Fiscalização em frente de obra, de forma a garantir o acompanhamento de todos os processos de forma mais assídua.

A Fiscalização, não obstante das competências técnicas e profissionais que presidem à sua actividade deve paralelamente, primar por estabelecer um bom

relacionamento com os técnicos e encarregados envolvidos na empreitada de forma a garantir o cumprimento de todos os processos que conduzem à boa execução.

Em termos de qualidade do betão, poderia haver um maior rigor no seu controlo se a central de betão fosse no local da obra ou a poucos Km da mesma. As altas temperaturas que se fazem sentir durante o verão e o facto da central de fornecimento de betão para a obra em questão estar a cerca de 40Km da mesma, originou que por vezes a temperatura do betão não cumpria as exigências estipuladas na norma NP EN 206-1 e em caderno de encargos.

O facto destes betões terem incorporados adjuvantes, também afectou a água disponível no interior do betão.

As altas temperaturas que se fazem sentir de Verão, influem também na temperatura das armaduras, que expostas directamente ao sol atingem temperaturas muito elevadas. Aliado a este factor, se o betão apresenta uma temperatura superior ao estipulado, as características de vibração do próprio betão e a sua posterior cura podem sofrer alterações e perder características de resistência e por conseguinte de durabilidade.

A distância da central de betão ao local da obra originou muitas vezes alterações significativas na qualidade prevista do betão em caderno de encargos para a estrutura de Tomada de Água. Verificou-se por vezes, após determinação do ensaio de abaixamento, “*Slump*”, para uma classe S3 (abaixamento entre 10-15cm), valores inferiores a 10cm, o que, muito provavelmente, foi devido a uma diminuição da razão a/c durante as perdas excessivas de água por evaporação.

As elevadas temperaturas que se fizeram sentir na região são um factor de grande importância a considerar, uma vez que com temperaturas que

rondaram os 40°C, e tendo em conta a distância desde a central até ao local da obra, cerca de 40Km, verificou-se em betonagens programadas para o período da tarde, que a temperatura do betão ao chegar à obra era superior a 30°C.

Este facto originou por vezes a não-aceitação do betão, por parte da Fiscalização e a recusa dos carros de betão.

Como acção de melhoria, e de forma a não alterar as características do betão produzido pela central, garantindo assim a qualidade da sua aplicação, optou-se por efectuar as betonagens em horário em que a temperatura permitisse a recepção do betão com as qualidades exigidas.

Desta forma passou a ser efectuado um plano de betonagens para a estrutura e Tomada de Água, em horários extraordinários, sempre com o acompanhamento da Fiscalização.

Os horários de betonagens, consoante as peças a betonar e o volume de betão a aplicar, passaram a ser entre 06:00h e as 11:00h ou a partir das 18:00h.

Devido às características da armadura, densidade e dimensão, verificaram-se também algumas dificuldades na execução das betonagens das paredes exteriores e interiores da Estrutura.

Os problemas observados foram:

- Segregação do betão: fenómeno que sucedeu devido à altura cofrada (superior a 3 metros), dimensão dos agregados e com o facto de a malha ter uma densidade muito elevada. Estes factores conjugados levaram a dificuldades na homogeneização dos materiais durante a vibração do betão.

Como acção de melhoria foi proposto pela Fiscalização a utilização de painéis de cofragem com alturas máximas de dois metros para que a agulha do

vibrador pudesse ser introduzida de forma a conseguir uma perfeita homogeneização do betão.

Outra solução proposta foi a utilização de betão com classe de abaixamento S4 de forma a aumentar a sua fluidez durante a betonagem e conseqüentemente uma melhor e mais rápida homogeneidade dos materiais. Foi ainda proposta a redução da secção da manga flexível de bombagem da auto-bomba permitindo uma introdução deste equipamento no interior da malha, descarregando o betão a uma altura que não provoque alterações na qualidade do betão.

Relativamente á vibração do betão foram detectados dois aspectos susceptíveis de implementação de melhorias:

- relativamente ao equipamento, reduzindo a espessura da agulha de forma a haver uma melhor penetração do equipamento nas armaduras;
- ao nível de metodologia de execução, o trabalhador deve ter formação adequada para o efeito, resultando que os seus movimentos deverão ser adequados á qualidade pretendida, ou seja, a vibração deverá ser feita no sentido ascendente, de forma lenta, evitando movimentos bruscos, e com o mesmo ritmo nas estruturas verticais, conferindo ao betão maior aderência à armadura, distribuindo melhor os agregados e retirando o ar em excesso existente no interior do betão.

Como proposta de melhoria no procedimento de cura do betão, a Fiscalização propôs que o mesmo fosse complementado, para além da maior frequência com que teria que ser molhado, o betão deveria ser coberto com geotêxtil para manter a humidade e evitar a fissuração: a utilização de geotêxtil, conjugado com a frequente “rega” do betão, permite que a perda de humidade seja feita de forma gradual e não de forma repentina, mesmo com temperaturas elevadas, evitando e sua rápida secagem.

Foi estipulado entre a Fiscalização e Empreiteiro que esta prática seria realizada pelo encarregado de frente, realizando uma rega do elemento betonado no dia anterior, pela manhã, outra perto do meio-dia e posteriormente ao fim do dia. Este procedimento foi realizado em todos os elementos betonados sempre que se verificaram temperaturas elevadas.

De registar, que o facto de o betão não estar em contacto directo com o sol, estar protegido pelo geotextil, minimizou a necessidade de rega por períodos mais curtos, garantindo assim a sua cura de forma gradual.

As fissuras que foram detectadas pela Fiscalização após a descofragem dos elementos betonados foram alvo de reparação a partir de um procedimento previamente proposto à Fiscalização e validado pela mesma. Este procedimento consistiu na picagem e limpeza da zona a tratar e posterior aplicação do produto (Sika Grout). O objectivo da aplicação deste produto foi no sentido de protecção do betão contra a carbonatação, e tornar as zonas que apresentavam maior risco de infiltrações, em zonas impermeáveis de forma a garantir a resistência do elemento. Todo o processo foi acompanhado pela Fiscalização. ANEXO VII – Ficha técnica_Sika Top

Em termos documentais, verificou-se que os documentos utilizados garantem à Fiscalização o registo de todas as actividades e tarefas relacionadas com as betonagens. Estes registos revelaram que os dados recolhidos durante todo o processo de acompanhamento de betonagens são suficientes e fundamentais para que a Fiscalização garanta um seguimento eficiente e eficaz no que concerne à conformidade dos planos de controlo de betonagens.

Para que este controlo se revele eficaz é fundamental que a permanência da Fiscalização perdure enquanto a betonagem estiver a decorrer. Só assim será possível garantir o registo de todos os parâmetros que permitem averiguar e

analisar a conformidade ou não conformidade de todos os procedimentos envolvidos numa betonagem.

Em termos de boas práticas de execução cumprindo sempre os requisitos previstos no Desenvolvimento do Plano de Segurança e Saúde (DPSS), o cumprimento das normas de Segurança foi sempre um factor de especial atenção por parte da Fiscalização. Contudo, foram verificadas algumas Não Conformidades no decorrer dos trabalhos. Este facto deveu-se, na maioria dos casos ao incumprimento das normas de segurança por parte dos trabalhadores, que apesar de terem formação antes do início de qualquer actividade nem sempre cumprem o que lhes é exigido.

A Fiscalização/CSO sempre que detectou situações Não Conformes que colocaram a integridade dos trabalhadores em risco condicionou os trabalhos até que a situação fosse reposta com as condições de Segurança necessárias e exigidas. Foi indicado como acção correctiva o ministrar de acções de formação específicas aos intervenientes.

5. Conclusão

Depois de analisado o caso de estudo, conclui-se que:

- Actualmente a fiscalização ainda não consegue eliminar todas as *não conformidades*;
- Um dos maiores problemas reside nas condições a que estão sujeitas as obras, as quais devem ser previamente analisadas pelo dono de obra e fiscalização de maneira a minimizar a ocorrência de *não conformidades*

na fase de execução. A previsão das *não conformidades* é a melhor análise que se pode fazer;

- Na fase de construção, é de extrema importância a presença de uma equipa de fiscalização que acompanhe todos os processos envolvidos na actividade de betonagens, uma vez que assegura a aplicabilidade de um plano de controlo dos procedimentos envolvidos na actividade em questão;
- Apesar dos trabalhadores terem acções de formação, verificou-se que nem sempre aplicam o que lhe é ensinado, facilitando a ocorrência de *não conformidades*;
- Verifica-se que por vezes, existe a necessidade de reforço das equipas de fiscalização de forma mais assídua nas várias frentes de obra, nomeadamente em actividades que necessitam de registos e acompanhamento para verificação da conformidade dos processos de execução ou de recepção de matérias, para assim garantir o acompanhamento de todos os processos de forma mais assídua;
- A fiscalização em obra permitiu ao dono de obra que a definição do modo de execução dos trabalhos e a especificação dos materiais fossem acautelados com rigor e que as tolerâncias admissíveis fora das quais levam à não-aceitação do betão, bem como os ensaios a realizar com o acompanhamento da fiscalização, fossem garantidas;
- Verificou-se, que os procedimentos de controlo aplicados pela equipa de fiscalização permitem a correlação de dados e o acompanhamento de todas as actividades envolvidas numa betonagem e garantem ao dono de obra que a conclusão da obra será efectuada com a qualidade por ele requerida;

- Desta forma, a contratação de uma equipa de fiscalização não deve ser vista como mais uma despesa para o dono de obra, mas sim como um elemento de controlo de qualidade e sucesso na execução de uma obra.

Bibliografia:

Projecto de execução do Troço de Ligação Alvito-Pisão - Projecto de Execução, Volume I – Memória Geral, Setembro de 2004.

Projecto de execução dos blocos de rega do Alvito-Pisão - Projecto de Execução, Volume III.8 – Redes secundárias de rega. Caderno de Encargos - cláusulas técnicas, Setembro de 2004.

Projecto de execução dos Blocos de Rega do Alvito-Pisão - Projecto de Execução, Volume IV – Rede viária - tomo IV.4 – Caderno de Encargos

Plano de Gestão e Fiscalização, Cenor, Setembro de 2004

Portaria n.º 232/2008, de 11 de Março

Norma NP EN 206-1

Norma NP ENV 13670-1

[HTTP://WWW.DDN.PT/CMS/VIEW/ID/52/](http://WWW.DDN.PT/CMS/VIEW/ID/52/) - Consultado em 06/10/2010

<http://oop.inci.pt/Legislacao.aspx> - Consultado em 06/10/2010

<http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/bape2/documents/ExecucaoEstruturasBetao.pdf> -

Consultado em 07/10/2010

<http://www.putzmeister.pt/M-46-5.pdf> - Consultado em 08/10/2010

<http://www.progestangola.com/faq/faq.php?id=2> - Consultado em 08/10/2010

http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num24/n_24_pag_45-54.pdf - Consultado em 08/10/2010

<http://w3.uaig.pt/~mjolivei/Bet%C3%A3o%20Auto-Compact%C3%A1vel.pdf> – consultado em 26/04/2011

http://www.estt.ipt.pt/download/disciplina/1162_Patologias%20do%20bet%C3%A3o.pdf - consultado em 26/04/2011

Anexos

Anexo I

Plano de inspeção e ensaio

PLANO DE INSPECÇÃO E ENSAIO

ART.	PRODUTO/ACTIVIDADE	OBJECTIVO	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	INSPECÇÃO		DOCUMENTOS DE REGISTO
				MÉTODO	FREQUÊNCIA / CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO	
A	CONTROLO DE RECEPÇÃO DE MATERIAIS					
x	Betão Pronto	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação da origem do betão e respectivas classes. - Verificação das horas de amassadura e tempo de aplicabilidade. - Verificação da conformidade das amassaduras com a composição de betão aprovada. - Verificação da temperatura do betão. - Verificação da consistência do betão. - Recolha dos provetes e verificação da sua conservação 	Estudo composição do betão NP ENV 206 LNEC E 378 NP 1383	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visual <ol style="list-style-type: none"> a. Aspecto b. Consistência 2. Dimensional <ol style="list-style-type: none"> a. Consistência b. Temperatura do betão 3. Documental <ol style="list-style-type: none"> a. Composição b. Classe (resistência, exposição ambiental, máxima dimensão do inerte, consistência) c. Período de aplicabilidade. d. Resistência à compressão 	<ul style="list-style-type: none"> - Cada 50 m³, um uma amostra aleatória para execução de cubos - Todos os Carros(Cargas) confirmado o Slump e Guia de transporte. - Aceitação = dentro dos intervalos legais. 	Mod: CPB.00 Mod: RB.00 Mod: CPD.00

Anexo II

Fichas de controlo:

Controlo Prévio de Betonagem;

Ficha de Recepção de Betão;

Ficha de Controlo prévio de Desmoldagem

DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA	PROJECTO N.º: XXX.XX.X
	CONTRATO: X
CONTROLO PRÉVIO DE DESMOLDAGEM	CPD N.º: XX

DATA:

ELEMENTOS A DESMOLDAR:

MOLDES A RETIRAR:

ELEMENTOS BETONADOS A COTA SUPERIOR:

CPB N.º:

VOLUME:

DATA BETONAGEM:

LOTE:

ACABAMENTO:

CURA:

PROVETES ENSAIADOS:

AMOSTRA N.º	DATA DE ENSAIO	IDADE	TENSÃO DE ROTURA

OBSERVAÇÕES:

Empreiteiro			Fiscalização		
Nome:	Rubrica:	Data:	Nome:	Rubrica:	Data:

ANEXO III

Ficha de Levantamento de Não Conformidades

DESIGNAÇÃO DA EMPREITADA	PROJECTO N.º: xxx.xx.x
	CONTRATO: x
BOLETIM DE NÃO CONFORMIDADE	BNC N.º: xx

RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE

ELEMENTO AFECTADO:					
IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL:					
DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE:					
ESPECIFICAÇÕES APLICÁVEIS:					
ANEXOS:					
Fiscalização: Nome:		Hora:	:	Rubrica:	Empreiteiro: Nome:
Data:					Hora:
					:
					Rubrica:
					Data:

A PREENCHER PELO EMPREITEIRO

CORRECÇÃO / ACÇÃO CORRECTIVA PROPOSTA(S):					
PRAZO PARA A SUA REALIZAÇÃO:			Rubrica:		Data:

PARECER DA FISCALIZAÇÃO

Nome:			Rubrica:		Data:

VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DE NÃO CONFORMIDADE

OBSERVAÇÕES:					
Nome:			Rubrica:		Data:

FECHO DA ACÇÃO

<input type="checkbox"/> CONFORME	OBSERVAÇÕES:		NOME:	
<input type="checkbox"/> CONDICIONADO			RUBRICA:	
<input type="checkbox"/> NÃO CONFORME			DATA:	

BOLETIM DE CONTROLO

ANEXO IV

Desenhos da Estrutura de tomada de água

ANEXO V

Boletim de Composição do betão.

EMPRESA X
RELATÓRIO DE COMPOSIÇÕES

Obra X

Direcção dos Betões Hidráulicos

Agosto de 2009

Relatório de Composições nº 24/09-S-Aditamento

1. INDICE

1. INDICE	2
2. GENERALIDADES	3
3. COMPOSIÇÕES DE BETÃO	3
Método de Cálculo das Composições	3
Memória Justificativa das Composições	3
4. MATERIAIS CONSTITUINTES	4
Cimento	4
Cinzas Volantes	4
Água	4
Agregados	4
Adjuvantes	4
ANEXO 1 – CARACTERÍSTICAS DE COMPOSIÇÃO	5
ANEXO 2 – BOLETINS DE COMPOSIÇÃO	6
ANEXO 3 – MATERIAIS CONSTITUINTES	7
ANEXO 4 – RECOMENDAÇÕES PARA O MANUSEAMENTO DO BETÃO EM SEGURANÇA	8

2. Generalidades

O centro de produção de betão que fornecerá a obra situa-se em Pedrógão.

As composições apresentadas no presente relatório foram definidas de acordo com as disposições contratadas e a legislação em vigor (NP EN 206-1 e LNEC 464), no que respeita às classes de resistência à compressão, teor de cloretos, classes de abaixamento, classe de exposição ambientais e dimensão máxima do agregado indicado no anexo 1.

3. Composições de Betão

No anexo 1 é apresentado o quadro de composições de betão e no anexo 2 são apresentados os respectivos boletins de composição de Betão definido.

- Método de Cálculo das Composições

O cálculo das composições apresentadas no Anexo 1 foi efectuado pelo método de Faury, que ajusta a *granulometria dos agregados* na composição, com a curva de referência (curva de Faury), tendo como objectivo o cumprimento das especificações do betão definidas contratualmente.

- Memória Justificativa das Composições

As composições apresentadas no Anexo 1 foram definidas em função das curvas granulométricas e valores do controlo estatístico do Cimento, apresentadas no anexo 3. No entanto, estas composições *poderão ser reajustadas*, tendo como objectivo a manutenção das características e propriedades especificadas, indicadas no Anexo 1, de acordo com os requisitos de controle de produção de betão definidas no capítulo 8 da NP EN 206-1.

No anexo 3 são apresentadas a documentação dos materiais utilizados, incluindo as fichas técnicas dos adjuvantes considerados. As suas dosagens dos adjuvantes são as definidas nas composições indicadas no Anexo 1 e podem sofrer uma variação de 0.2% relativamente ao peso do ligante, dependendo dos tempos de transporte e descarga previstos e principalmente das condições ambientais observadas durante a sua utilização, nomeadamente a temperatura.

4. Materiais Constituintes

Cimento

CEM II / A-L 42.5 R
Fornecedor – CIMPOR
Fábrica – Alhandra

Cinzas Volantes

Termoeléctrica de Sines

Água

Proveniente de captação superficial

Agregados

Areia-Sifucel
Brita 1 e 2 – Brita Azul/Litobloco

Adjuvantes

Sikament 400 Plus
Fornecedor- Sika

Viscocrete 3008
Fornecedor- Sika

Anexo I

Características de Composição

Quadro 1

Nº	Norma	Classe de resistência à compressão	Cimento ⁱ	D	Classe de exposição ambiental	Teor de cloretos	Classe de Abaixamento
106	NP EN 206-1:	C25/30	CEM II/A-L	22,4	XC1(P)/XC2(P)	Cl0,4	S3
108	NP EN 206-1:	C30/37	CEM II/B-M	22,4	XC2(P)/XA1(P)	Cl0,4	S3

NE – Não especificado

Quadro 2

Por m³ de betão:

nº Comp.	Cimento (kg)	Cinzas Volantes (kg)	Areia (kg)	Brita 1 (kg)	Brita 2 (kg)	Água (lts)	Adjuvantes	
							Lts.	Tipo
106	280	0	698	601	606	148	1,5	S 400 Plus
							1,0	V 3008
108	300	40	649	558	563	175	1,9	S 400 Plus
							1,5	V 3008

Anexo II

Boletins de Composição

BOLETIM DE COMPOSIÇÃO DE BETÃO

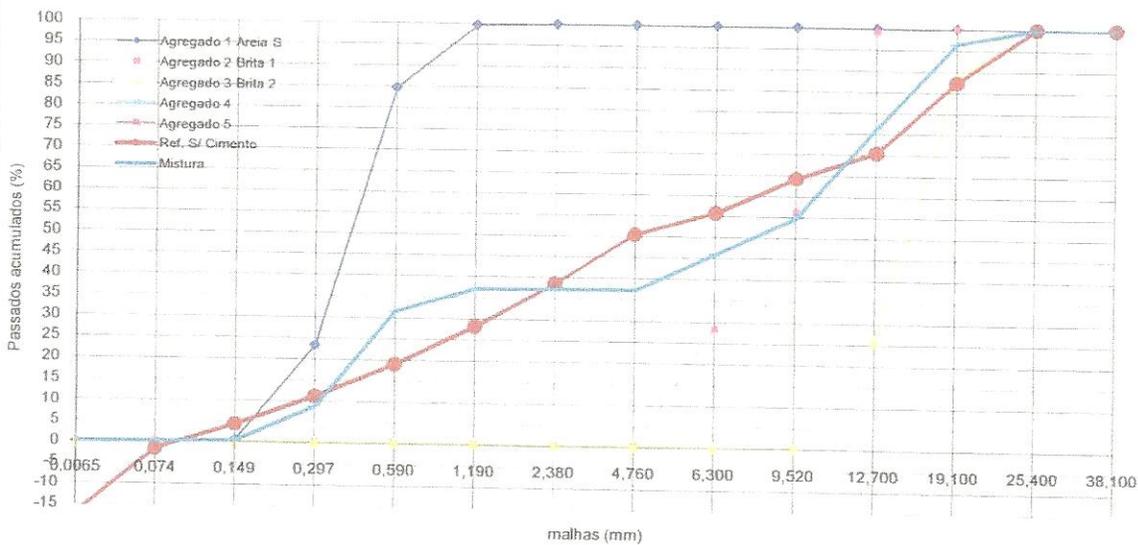
BCB Nº 108

DATA 01-04-2009

Nº	Composição		Cimento		Adições	Adjuvantes		Consist.	a/l	Máx.Dim.
108	C30/37		CEM III/A-L 42,5R		CV	Sikament 400 Plus V 3008		S3	0,52	25,4
Cimento Kg/m3	Adição 1 Kg/m3	Adição 2 Kg/m3	Agregado 1 Kg/m3	Agregado 2 Kg/m3	Agregado 3 Kg/m3	Agregado 4 Kg/m3	Agregado 5 Kg/m3	Água l/m3	Adjuv. 1 l/m3	Adjuv. 2 l/m3
300	40		649	558	563	0	0	175	1,90	1,50

PASSADOS ACUMULADOS (%)

Peneiros (mm)	Agregado 1	Agregado 2	Agregado 3	Agregado 4	Agregado 5	Ref. S/ Cimento	Mistura
	Areia S	Brita 1	Brita 2	-	-		
38,1	100,0	100,0	100,0	-	-	100,0	100,0
25,4	100,0	100,0	100,0	-	-	100,0	100,0
19,1	100,0	100,0	88,7	-	-	87,4	96,4
12,7	100,0	99,2	25,9	-	-	70,5	76,3
9,52	100,0	56,2	0,4	-	-	64,2	54,7
6,3	100,0	28,3	0,3	-	-	55,8	46,0
4,76	100,0	0,4	0,3	-	-	50,5	37,2
2,38	100,0	0,3	0,3	-	-	38,5	37,2
1,19	99,6	0,3	0,3	-	-	28,2	37,0
0,59	84,7	0,3	0,3	-	-	19,0	31,5
0,297	23,4	0,3	0,3	-	-	11,2	8,8
0,149	0,7	0,3	0,3	-	-	4,4	0,4
0,074	0,1	0,3	0,3	-	-	-1,6	0,2
0,0065	0,0	0,0	0,0	-	-	-17,0	0,0
Proporções	37%	31%	32%	0%	0%		



Módulo de Finura da Curva Faury: 4,97
 Módulo de Finura da Composição: 4,97

Elaborado:

Visto:

BOLETIM DE COMPOSIÇÃO DE BETÃO

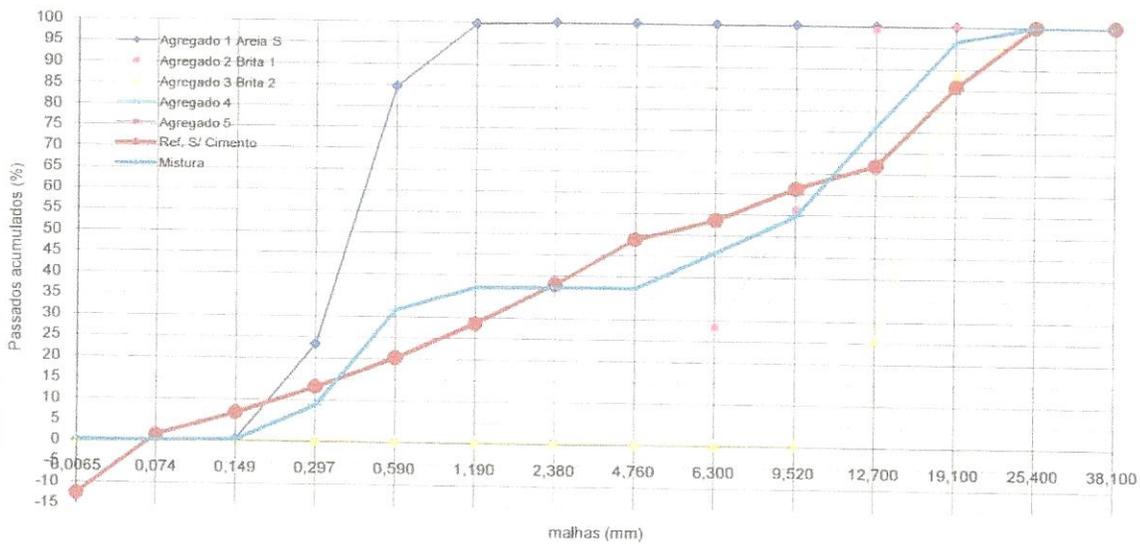
BCB Nº 106

DATA 01-04-2009

Nº	Composição		Cimento		Adições	Adjuvantes		Consist.	a/l	Máx.Dim.
106	C25/30		CEM II/A-L 42,5R		CV	Sikament 400 Plus V 3008		S3	0,54	25,4
Cimento Kg/m3	Adição 1 Kg/m3	Adição 2 Kg/m3	Agregado 1 Kg/m3	Agregado 2 Kg/m3	Agregado 3 Kg/m3	Agregado 4 Kg/m3	Agregado 5 Kg/m3	Água l/m3	Adjuv. 1 l/m3	Adjuv. 2 l/m3
280			698	601	606	0	0	148	1,50	1,00

PASSADOS ACUMULADOS (%)

Peneiros (mm)	Agregado 1	Agregado 2	Agregado 3	Agregado 4	Agregado 5	Ref. S/ Cimento	Mistura
	Areia S	Brita 1	Brita 2	-	-		
38,1	100,0	100,0	100,0	-	-	100,0	100,0
25,4	100,0	100,0	100,0	-	-	100,0	100,0
19,1	100,0	100,0	88,7	-	-	85,9	96,4
12,7	100,0	99,2	25,9	-	-	67,0	76,3
9,52	100,0	56,2	0,4	-	-	61,3	54,7
6,3	100,0	28,3	0,3	-	-	53,7	46,0
4,76	100,0	0,4	0,3	-	-	48,8	37,2
2,38	100,0	0,3	0,3	-	-	38,0	37,2
1,19	99,6	0,3	0,3	-	-	28,6	37,0
0,59	84,7	0,3	0,3	-	-	20,2	31,5
0,297	23,4	0,3	0,3	-	-	13,2	8,8
0,149	0,7	0,3	0,3	-	-	7,0	0,4
0,074	0,1	0,3	0,3	-	-	1,5	0,2
0,0065	0,0	0,0	0,0	-	-	-12,5	0,0
Proporções	37%	31%	32%	0%	0%		



Módulo de Finura da Curva Faury: 4,97
Módulo de Finura da Composição: 4,97

Elaborado:

Visto:

Anexo III

Materials Constituintes

Sika® ViscoCrete® 3008

Superplastificante para betão

Descrição do produto	Sika® ViscoCrete® 3008 é um superplastificante da terceira geração para betão e argamassa. Cumpre os requisitos da Norma NP EN 934-2: T3.1/3.2 como forte redutor de água ou superplastificante.
Utilizações	<p>Sika® ViscoCrete® 3008 permite obter uma muito forte plastificação aliado a uma excelente manutenção de consistência.</p> <p>Sika® ViscoCrete® 3008 é especialmente adequado para os seguintes casos:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Betão com forte plastificação.■ Betão com transporte longo e betonagens demoradas.■ Betão com 20% ou mais de redução de água de amassadura.■ Betão muito plástico, fluído ou mesmo autocompactável com resistências finais melhoradas e com menor custo.■ Betão de classe de resistência média e alta, com qualquer consistência, nos quais se pretenda obter uma economia grande de cimento.
Características / Vantagens	<p>Sika® ViscoCrete® 3008 actua sobre as partículas do cimento por dois mecanismos principais: adsorção superficial e efeito espacial. Ambos concorrem para um efeito dispersante intenso, permitindo uma elevada redução da água de amassadura e/ou um aumento marcado da trabalhabilidade.</p> <p>As propriedades do betão com Sika® ViscoCrete® 3008 são:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Uma excelente manutenção de consistência, que pode atingir as 3 - 4 horas a 20 °C, dependendo do tipo de cimento, da consistência inicial e da dosagem de adjuvante.■ Um nível de redução de água muito elevado, podendo atingir 20% a 30% conforme a dosagem e a composição; daqui resultam betões com forte aumento de resistências mecânicas, de compacidade elevada e de permeabilidade muito baixa.■ Um efeito plastificante intenso, permitindo obter, mesmo com forte redução de água, consistências favoráveis para uma colocação fácil.■ Um comportamento mais favorável quanto à retração e fluência.■ Sika® ViscoCrete® 3008 é isento de cloretos ou quaisquer outros ingredientes corrosivos para as armaduras, podendo ser usado sem restrições em betão armado e betão pré-esforçado.
Certificados / Boletins de ensaio	Conforme as especificações da norma NP EN 934-2:T3.1/3.2.
Dados do produto	
Aspecto / Cor	Líquido castanho claro; são possíveis pequenas diferenças de tom, sem influência sobre o desempenho do adjuvante.
Fornecimento	214 kg (200 litros), 1.070 kg (1 m ³) e granel .
Armazenagem e conservação	O produto deve estar armazenado nas embalagens de origem não encetadas e não deterioradas, ao abrigo da radiação do sol e da geada, a temperaturas entre +5 °C e +35 °C. Conserva-se 1 ano após a data de fabrico.



Dados técnicos

Base química	Solução aquosa de policarboxilatos modificados.
Massa volúmica (23 ± 2 °C)	1,07 ± 0,02 kg/dm ³ .
pH (23 ± 2 °C)	5,5 ± 1,0.
Teor de sólidos	26,5 ± 1,3%.
Teor em iões cloreto	< 0,1%.

Informação sobre o sistema

Pormenores de aplicação

Consumo/ Dosagem	Conforme o objectivo pretendido, recomenda-se partir das seguintes dosagens: <ul style="list-style-type: none">■ Dosagem corrente: 0,5% a 1,5% do peso do cimento.■ Dosagens especiais: 1,5% a 2,0% do peso do cimento.
------------------	--

Instruções de aplicação

Mistura	<p>Se for possível, deverá preparar-se o betão com apenas cerca de $\frac{2}{3}$ da água prevista e adicionar então o adjuvante misturando energicamente cerca de 1 minuto/m³; só então será adicionada mais alguma água até à consistência desejada. Este processo conduz ao aproveitamento máximo do adjuvante e permite controlar convenientemente a razão água/ligante. Se o processo não for viável, então adicionar o produto à água de amassadura previamente determinada e misturar o betão até obter uma mistura homogénea.</p> <p>É importante garantir um tempo mínimo de 1,5 a 2 minutos de amassadura, para obter o efeito pleno do adjuvante.</p> <p>Nunca adicionar o adjuvante ao cimento ou agregados, em seco (redução de eficácia).</p> <p>É possível a adição na autobetoneira desde que seja garantida a uniformidade do betão.</p> <p>No caso de redosagem em obra, deve haver o cuidado de homogeneizar bem o adjuvante na massa do betão. Para isso, recomenda-se uma muito pequena adição de água no recipiente que contém o adjuvante, apenas para reduzir a sua viscosidade e facilitar a sua boa incorporação. O betão deve ser "puxado" acima e o adjuvante deve ser adicionado lentamente, com o tambor a rodar rapidamente; se necessário, inverter o sentido de rotação para ajudar a homogeneização. Tempo de mistura mínimo: 3 minutos.</p>
Aplicação	Sika® ViscoCrete® 3008 permite o fabrico de betão de qualidade, daí que devam ser cumpridas as regras de boa prática para o fabrico, a betonagem e a cura do betão.
Compatibilidade	<p>Sika® ViscoCrete® 3008 pode ser combinado com diversos produtos Sika:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Sika® Rapid 1.■ Sikacrete®.■ Sika® FerroGard® 901. <p>Recomenda-se sempre a realização de ensaios prévios.</p>

Limpeza de ferramentas Com água.

Importante

- Dosagens superiores ao indicado podem conduzir a retardamento da presa do cimento.
- Recomenda-se a realização de ensaios prévios para se encontrar a dosagem óptima do adjuvante e sempre que se altere a composição do betão.
- Com geada intensa o adjuvante pode gelar, porém uma vez descongelado lentamente, agitado cuidadosamente e verificada a homogeneidade, poderá voltar a empregar-se.
- Para qualquer esclarecimento consultar o Departamento Técnico Sika.

Nota

Todos os dados técnicos referidos nesta Ficha de Produto são baseados em ensaios laboratoriais. Ensaios realizados noutras condições para determinação das mesmas características podem dar resultados diferentes devido a circunstâncias que estão fora do nosso controlo.

Risco e segurança

Medidas de segurança

Mercadoria não perigosa para transporte.
Este produto não está classificado de acordo com a legislação da UE.
Para mais informações consultar a Ficha de Dados de Segurança do produto e o respectivo rótulo.

"O produto está seguro na Cª Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nº CH00003018L105A), a título de responsabilidade civil do fabricante".

A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika, são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um fim em particular, nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal, poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que pedida.



Sika Portugal, SA
R. de Santarém, 113
4400-292 V. N. Gaia
Portugal

Tel. +351 22 377 69 00
Fax +351 22 370 20 12
www.sika.pt



Anexo IV

Recomendações para o manuseamento do betão em segurança

Quando o cimento é misturado com a água, libertam-se álcalis. Deste modo, as disposições nacionais quanto à segurança no manuseamento do betão fresco, nomeadamente no que respeita aos riscos de saúde, são as seguintes:

. Devem tomar-se precauções para evitar que o betão fresco entre nos olhos, boca e nariz. Se o betão fresco entrar em contacto com um destes órgãos, eles devem ser lavados imediatamente com a água limpa e deve procurar-se imediatamente tratamento médico.

. Deve evitar-se o contacto da pele com o betão fresco, recorrendo a vestuário de protecção adequado; se o betão fresco entrar em contacto com a pele, esta deve ser lavada imediatamente com água limpa.

ANEXO VI

Resultado dos ensaios à compressão realizados às amostras recolhidas durante as betonagens em estudo.

Obra de Arte	Elemento Betonado	Provete N°	Data de Fabrico	Idade	Data de Ensaio	Classe de Betão	Carga (Kn)	Tensão (Mpa)	Média (Mpa)	Slump	Peso (gr)	Volume (cm³)	Baridade (g/cm³)
Reservatório R2	Sapata Descarg. Seg	421	21-06-2009	7	28-06-2009	C30/37	640	28,4			8090	3375	2,40
Reservatório R2	Sapata Descarg. Seg	422	21-06-2009	7	28-06-2009	C30/37	670	29,8	29,5	S3	8092	3375	2,40
Reservatório R2	Sapata Descarg. Seg	423	21-06-2009	7	28-06-2009	C30/37	680	30,2			8087	3375	2,40
Reservatório R2	Sapata Descarg. Seg	424	21-06-2009	28	19-07-2009	C30/37	845	37,6			8099	3375	2,40
Reservatório R2	Sapata Descarg. Seg	425	21-06-2009	28	19-07-2009	C30/37	850	37,8	37,6	S3	8100	3375	2,40
Reservatório R2	Sapata Descarg. Seg	426	21-06-2009	28	19-07-2009	C30/37	840	37,3			8109	3375	2,40
Reservatório R2	Muro Esquerdo	427	22-07-2009	7	29-07-2009	C30/37	600	26,7			8090	3375	2,40
Reservatório R2	Muro Esquerdo	428	22-07-2009	7	29-07-2009	C30/37	630	28,0	27,5	S3	8108	3375	2,40
Reservatório R2	Muro Esquerdo	429	22-07-2009	7	29-07-2009	C30/37	625	27,8			8122	3375	2,41
Reservatório R2	Muro Esquerdo	430	22-07-2009	28	19-08-2009	C30/37	905	40,2			8087	3375	2,40
Reservatório R2	Muro Esquerdo	431	22-07-2009	28	19-08-2009	C30/37	915	40,7	39,2	S3	8189	3375	2,43
Reservatório R2	Muro Esquerdo	432	22-07-2009	28	19-08-2009	C30/37	825	36,7			8048	3375	2,38
Reservatório R2	Parede	433	23-07-2009	7	30-07-2009	C30/37	510	22,7			8065	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	434	23-07-2009	7	30-07-2009	C30/37	520	23,1	23,1	S3	8032	3375	2,38
Reservatório R2	Parede	435	23-07-2009	7	30-07-2009	C30/37	530	23,6			8100	3375	2,40
Reservatório R2	Parede	436	23-07-2009	28	20-08-2009	C30/37	850	37,8			8076	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	437	23-07-2009	28	20-08-2009	C30/37	840	37,3	37,4	S3	8023	3375	2,38
Reservatório R2	Parede	438	23-07-2009	28	20-08-2009	C30/37	835	37,1			8135	3375	2,41
Reservatório R2	Parede	439	24-07-2009	7	31-07-2009	C30/37	590	26,2			8054	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	440	24-07-2009	7	31-07-2009	C30/37	585	26,0	26,4	S3	8038	3375	2,38
Reservatório R2	Parede	441	24-07-2009	7	31-07-2009	C30/37	610	27,1			8007	3375	2,37
Reservatório R2	Parede	442	24-07-2009	28	21-08-2009	C30/37	840	37,3			8059	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	443	24-07-2009	28	21-08-2009	C30/37	842	37,4	37,4	S2	8072	3375	2,39
Reservatório R2	Parede	444	24-07-2009	28	21-08-2009	C30/37	845	37,6			8085	3375	2,40

ANEXO VII

Características: Ficha Técnica – Sika top

SikaTop®-107 Protection

Micro argamassa pré-doseada, semi-flexível, para a protecção e impermeabilização de betão

Construction

Descrição do produto

Micro argamassa hidráulica fornecida em 2 componentes. Após mistura obtém-se uma argamassa aplicável a rolo, com pincel ou por projecção. Cumpre os requisitos da norma EN 1504-2 como revestimento de protecção superficial para betão.

Utilizações

Protecção de estruturas em betão:

SikaTop®-107 Protection permite responder às exigências da norma EN 1504-9 nas seguintes situações de protecção:

- Protecção contra os riscos de penetração de agentes externos (Princípio 1, método 1.3).
- Controlo da humidade (Princípio 2, método 2.2).
- Aumento da resistividade do betão (Princípio 8, método 8.2).
- Protecção do betão contra agressões atmosféricas, carbonatação e meios agressivos (águas puras, águas salgadas, ...).
- Protecção de argamassas e betão contra a acção do gelo e dos sais de degelo (caleiras, passeios, cornijas, ladrilhos de calçadas, parapeitos, etc.).
- Protecção em pressão negativa e em presença de humidade (condensação).
- Revestimento de protecção aplicado após reparação de betão com as argamassas das gamas Sika® MonoTop® ou SikaTop®.

Como revestimento de impermeabilização:

- Revestimento interior de bacias, tanques, cubas, estações de depuração e outras obras hidráulicas.
- Complemento de impermeabilização em caves:
No exterior – paredes e muros exteriores de caves antes do aterro.
No interior – paredes de caves, garagens e locais enterrados.

Características / Vantagens

Flexível, quando comparado com uma argamassa tradicional.
Protege o betão contra a carbonatação.
Impermeável à água, permeável ao vapor de água: excelente complemento de impermeabilização para todas as obras hidráulicas.
Boa aderência sobre betão, argamassa, pedra, tijolo.
Boa resistência à abrasão e à erosão.
Elevada resistência ao gelo e sais de degelo.
Fácil utilização – pré-doseado.
Aplicável sobre bases húmidas.
Pode ser colorido em estaleiro ou em obra (consultar a Sika).

Certificados / Boletins de ensaio

Conforme as exigências da norma NF EN 1504-2 Protecção superficial do betão.

- Parecer técnico SOCOTEC – CCT 15 “Reparação – Prevenção – Protecção”.
- Manual de aplicação P 18 902 – Selecção de produtos de protecção de superfície de betão destinado a obras de arte.
- Parecer técnico QUALICONSULT – CCT 33 “Impermeabilização de reservatórios”.
- PV EMPA nº227’850/1: resistência ao gelo e aos sais de degelo.
- CEBTP nº B 252-7-490/2: resistência à fissuração antes e após envelhecimento acelerado.
- PV VERITAS nº GEN1I010328Q 03 a 06: aderência, resistência à fissuração, comportamento com pressão de água positiva e negativa.

Dados do produto

Aspecto / Cor	Cinzento e branco.
Fornecimento	Em lotes pré-doseados de 25 kg. (A+B): Comp. A – bidão 5 kg. Comp. B – saco 20 kg.
Armazenagem e conservação	Armazenar o produto nas embalagens de origem não encetadas e não deterioradas. Em local seco, ao abrigo da geada e a temperaturas entre +5 °C e +30 °C conserva-se 12 meses a partir da data de fabrico.

Dados técnicos

Base química	Componente A: Dispersão aquosa de resinas sintéticas. Componente B: Mistura de agregados, cimento e aditivos.
Massa volúmica	Aprox. 2 kg/dm ³ de argamassa fresca.
pH	Comp. A: 12,5 – 13.
Granulometria	0 / 0,5 mm.
Espessura da camada	Aprox. 0,8 – 1,0 mm.
Resistência à difusão do CO₂ (μCO₂)	Camada de ar equivalente S _D , CO ₂ = 85 m (segundo EN 1062-6). Exigência para a protecção contra a carbonatação: S _D ≥ 50 m (norma EN 1504-2) É necessária uma espessura mínima de 2 mm para cumprir a exigência de 50 m de protecção.
Resistência à difusão do vapor de água (μH₂O)	Camada de ar equivalente S _D , H ₂ O = 0,08 m (norma EN ISO 7783-1 e -2) Exigência para a resistência à difusão do vapor de água: S _D < 5 m Revestimento de classe I, permeável ao vapor de água, segundo a EN 1504-2.
Absorção capilar e permeabilidade à água	< 0,1 kg/m ² .h ^{0,5} .
Propriedades físicas / Mecânicas	
Resistência à compressão	Aprox. 25 – 30 N/mm ² . (EN 196-1)
Tensão de aderência	< 1 N/mm ² (a betão).

Ponte de fissuras

Resistência à fissuração (valores de referência) :

Produto	Alongamento à ruptura		
	28 dias, +23 °C, 50% h.r.	Após 3 meses de imersão em água, a +23 °C	Após 3 meses de imersão em água, a +5 °C
SikaTop®-107 Protection	0,6 mm	0,5 mm	0,5 mm
SikaTop®-107 Protection armado com armadura Sika GT-165	0,9 mm	0,6 mm	–

Resistência à fissuração após envelhecimento artificial de 75 ciclos climáticos (valores indicativos):

Produto	Alongamento à ruptura	
	+23 °C	-10 °C
SikaTop®-107 Protection armado com armadura Sika GT-50	0,7 mm	0,7 mm

Comportamento com pressão de água	Sem passagem de água quando sujeito a pressão de 1 MPa (pressão directa e contra-pressão).
Informação sobre o sistema	
Pormenores de aplicação	
Consumo	Aprox. 3 – 4 kg/m ² (duas camadas).
Qualidade da base	A base deve estar limpa, sã, isenta de partículas em desagregação, leitadas superficiais, isenta de gorduras, óleos e pinturas. A resistência à tracção do betão ("pull off") deve ser de pelo menos 1 N/mm ² , e o betão deverá ter uma idade mínima de 28 dias.
Preparação da base	Preparação preferencialmente através de meios mecânicos (jacto de água de alta pressão, jacto de areia, etc.), de forma a favorecer a aderência do produto ao substrato e a eliminar os contaminantes que existam à superfície (leitadas, revestimentos, etc.). A base deve ser humedecida previamente até à saturação, mas sem encharcar, começando a aplicar o SikaTop®-107 Protection quando as superfícies readquirem um aspecto mate.
Condições de aplicação / Limitações	
Temperatura da base	Mínima: +5 °C. Máxima: +30 °C.
Temperatura ambiente	Mínima: +5 °C. Máxima: +30 °C. Evitar a incidência directa do sol sobre a base de aplicação.
Instruções de aplicação	
Relação de mistura	Componente A: Componente B = 1: 4 (partes em peso).
Mistura	Verter o Componente A (líquido) para um recipiente de boca larga e, utilizando de preferência um misturador eléctrico de baixa velocidade, adicionar aos poucos o Componente B (pó) misturando sempre durante aprox. 3 minutos, até obter uma massa homogénea.
Aplicação	Manual: trincha ou rolo Projecção: SABLON S3 de SULLAIR, SP5 de PUTZMEISTER, TURBOSOL T6. São necessárias pelo menos 2 camadas para ser utilizado como complemento de impermeabilização. O acabamento pode ser efectuado com esponja ou sarrafo. Para actuar como ponte de fissuras da base e melhorar a resistência do revestimento à fissuração, é possível intercalar entre camadas a tela de fibra de vidro anti-alkalina Sika GT-165. A tela deverá ser impregnada na primeira camada ainda fresca. Para mais informações consultar o Departamento Técnico Sika.
Limpeza de ferramentas	Limpar com água imediatamente após aplicação. Restos endurecidos só podem ser removidos mecanicamente.
Tempo de vida útil da mistura (Pot-life)	Aprox. 30 – 40 minutos, a +20 °C.
Tempos de espera entre camadas	Mín. 2 a 6 horas, conforme a temperatura.

Importante	SikaTop® -107 Protection não deve ser utilizado para impermeabilização de estruturas contendo água para consumo humano. Utilizar SikaTop® Seal 107 ou SikaTop® 209 Reservoir.						
Cura	Proteger do vento, da radiação solar directa e do calor, de modo a evitar a dessecação prematura do produto.						
Entrada em serviço (imersão em água)	A título indicativo: <table border="1"> <tr> <td>A +5 °C</td> <td>A +20 °C</td> <td>A +30 °C</td> </tr> <tr> <td>10 dias</td> <td>7 dias</td> <td>5 dias</td> </tr> </table>	A +5 °C	A +20 °C	A +30 °C	10 dias	7 dias	5 dias
A +5 °C	A +20 °C	A +30 °C					
10 dias	7 dias	5 dias					
Nota	Todos os dados técnicos referidos nesta Ficha de Produto são baseados em ensaios laboratoriais. Ensaios realizados noutras condições para determinação das mesmas características podem dar resultados diferentes devido a circunstâncias que estão fora do nosso controlo.						

Risco e segurança

Medidas de segurança Manipulação não perigosa. Para mais informações consultar a Ficha de Dados de Segurança do produto e o respectivo rótulo.

"O produto está seguro na Cª Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nºCH00003018LI05A), a título de responsabilidade civil do fabricante".

A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika, são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um fim em particular, nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal, poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que pedida.

Marcação CE A Norma Europeia EN 1504-2 "Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas em betão – Definições, requisitos, controlo de qualidade e avaliação de conformidade – Parte 2: sistemas de protecção superficial para betão" fornece especificações para produtos de revestimento para estruturas de betão.

Os produtos que se encontram abrangidos por esta especificação necessitam de ter a marcação CE, de acordo com o Anexo ZA 1, Tabelas ZA.1a a ZA.1g, de acordo com o âmbito e cláusulas relevantes aí indicadas, e cumprir os requisitos do mandato da Directiva de Produtos da Construção (89/106).



Sika Portugal, SA
R. de Santarém, 113
4400-292 V. N. Gaia
Portugal
Tel. +351 22 377 69 00
Fax +351 22 370 20 12
www.sika.pt

