

METODOLOGIA DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

Plano de Controlo de Conformidade de Estruturas Metálicas

CRISTINA TEIXEIRA CLARO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

JULHO DE 2009

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2008/2009

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais e ao Ricardo

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues, na qualidade de orientador da dissertação, por todo o apoio que prestou na definição dos rumos de orientação do trabalho e pela generosidade sempre manifestada na transmissão de conhecimento.

À empresa SOPSEC, nas pessoas do Eng.º Vítor Santos e da Eng.ª Ana Borges, pela colaboração concedida na implementação dos conteúdos desenvolvidos no trabalho num cenário real de fiscalização de obra.

À empresa ADA, na pessoa do Eng.º Bruno Dias, pela disponibilidade manifestada para analisar em obra os conteúdos desenvolvidos no trabalho.

À empresa O FELIZ, nas pessoas da Eng.ª Alexandra Cruz e do Eng.º Adérito Igreja, pelo apoio técnico prestado e pelas visitas que proporcionou a uma obra em curso.

À empresa METALOVIANA, na pessoa do Eng.º José Barros, por todo o apoio técnico prestado e pela amabilidade revelada nas visitas à metalomecânica.

À empresa MONTACO, na pessoa do Sr. Manuel Cândido, pela disponibilidade manifestada na visita à instalação de preparação superficial e de pintura.

RESUMO

No panorama actual da construção os investidores que, no âmbito dos seus projectos de desenvolvimento decidem construir novas estruturas, procuram fazê-lo ao abrigo de uma visão moderna de gestão de projectos e de garantia de qualidade. Constata-se que estes investidores, mesmo possuindo algum conhecimento técnico sobre as actividades a executar, optam por entregar o controlo da empreitada a equipas especializadas de fiscalização de obras, às quais atribuem responsabilidades ao nível do controlo dos prazos, dos custos, do controlo técnico e da qualidade.

Para que a qualidade de uma obra seja assegurada é necessário que se verifique conformidade entre as soluções projectadas e os trabalhos efectivamente executados. As equipas de fiscalização que pretendam empreender estas verificações necessitam de possuir instrumentos de controlo de conformidade aplicáveis desde a consignação da obra até à entrega ao cliente.

A materialização prática destes instrumentos é apresentada nesta dissertação e assenta na elaboração de Fichas de Controlo de Conformidade. Estas sintetizam e organizam as verificações essenciais a atender em cada tarefa, nos domínios de mão-de-obra, equipamento, materiais e tecnologia. Foi também preparada uma Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades, para registo e acompanhamento das intervenções de correcção, sempre que da aplicação das primeiras forem identificadas situações anómalas.

As fichas foram preparadas para serem aplicadas aos componentes estruturais de construções porticadas ligeiras. A escolha recaiu sobre este tipo de estruturas na medida em que a sua proliferação denota a importância das mesmas e garantia de uma maior probabilidade de aplicação das fichas em cenário real.

A construção metálica, ao contrário do que acontece com outras formas de construção mais tradicional, exige um maior acompanhamento a montante da fase de montagem em obra, dado que o rigor adoptado nos processos de recepção de materiais, fabrico na metalomecânica, tratamento superficial e transporte é decisivo para que a montagem dos componentes pré-fabricados seja autorizada e bem sucedida.

Da aplicação das fichas em obra resultaram algumas conclusões importantes, que se enunciam para a rectificação e reaplicação destas num eventual desenvolvimento futuro deste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Fiscalização, Qualidade, Estruturas Metálicas, Fichas de Controlo de Conformidade, Inspeção

ABSTRACT

According with the current construction framework, investors base their building projects decisions on a modern project management and quality assurance vision. It is noticed that these investors, despite having the technical know-how, prefer to hand over the job construction control to specialized inspection teams. These teams are responsible for the control of the deadlines, costs, technical and quality matters.

The quality of a construction task is assured if the work performed is in accordance with the projected solutions. Hence, inspection teams must have conformity control instruments to be applied from the consignment of the work until the delivery to the client.

The practical use of these instruments is disclosed in the present dissertation and relies on the preparation of check-lists. These summarize and organize the key checking goals for each task, covering the areas of human resources, equipment, materials and technology. It was also prepared a 'Non-conformities form' to record and follow-up on the suggested corrective interventions.

The check-lists are applicable to metallic structures, mainly to the structural components of light framed constructions. The choice fell back on this type of structures as they have a growing relevance in the construction trend and therefore are high likely to be used in real works.

Metallic construction, in opposition to more traditional construction methods/types, requires a thorough pre-assembling monitoring as the processes of materials reception, production in locksmith's workshop, superficial treatment and transport are decisive to a successful placing on the job site.

The results of use these check-lists in a job site are here pointed out. Their rectifications and reapplications might be developed in an eventual and future extension of this dissertation.

KEYWORDS: Control Activity, Quality, Metallic Structures, Check-lists, Inspection

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJECTIVO	1
1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	1
1.3. MOTIVAÇÕES	4
1.4. METODOLOGIA DE ESTUDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	4

2. ENQUADRAMENTO DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS NUMA LÓGICA DE QUALIDADE	7
2.1. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS	7
2.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL	7
2.1.2. OS INTERVENIENTES NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO	9
2.1.3. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS	10
2.1.4. ENQUADRAMENTO TÉCNICO E LEGAL	11
2.1.4.1. Engenharia de Serviços	11
2.1.4.2. Legislação Aplicável	12
2.1.4.3. Áreas e Funções da Fiscalização	13
2.1.4.4. Equipas de Fiscalização	16
2.1.5. GARANTIAS E SEGUROS	17
2.2. QUALIDADE	18
2.2.1. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE	18
2.2.2. SISTEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE	18
2.2.3. O PAPEL DO LNEC	20
2.2.3.1. Marca de Qualidade LNEC para Empreendimentos de Construção	20
2.2.3.2. Documentos de Homologação e de Aplicação	22
2.2.4. MARCAÇÃO CE	23
2.2.5. NORMAS ISO	25
2.2.6. A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO	28

3. PERSPECTIVA INTEGRADA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA	31
3.1. BREVE HISTÓRIA DOS METAIS	31
3.1.1. IDADES DO COBRE, BRONZE E FERRO	31
3.1.2. A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O AÇO NA CONSTRUÇÃO	33
3.1.3. O AÇO NOS DIAS DE HOJE	35
3.1.3.1. Fabrico do Aço	35
3.1.3.2. Aplicações do Aço na Actualidade	36
3.2. O MERCADO ACTUAL DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	37
3.2.1. CONSUMO DE AÇO PARA A CONSTRUÇÃO	37
3.2.2. PRODUÇÃO DE AÇO	39
3.3. SUSTENTABILIDADE DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	40
4. CONHECIMENTO TECNOLÓGICO	45
4.1. ESTRUTURAS DE AÇO	45
4.1.1. TIPOS DE PERFIS METÁLICOS	45
4.1.1.1. Perfis Laminados	45
4.1.1.2. Perfis Conformados a Frio	46
4.1.1.3. Perfis Reconstruídos	46
4.1.1.4. Perfis Tubulares	47
4.1.2. TIPO DE AÇOS ESTRUTURAIS	47
4.2. CORTE E FURAÇÃO	48
4.2.1. CORTE	48
4.2.2. FURAÇÃO	51
4.3. LIGAÇÕES	52
4.3.1. LIGAÇÕES SOLDADAS	52
4.3.1.1. Processos de Soldadura	52
4.3.1.2. Normas Aplicáveis	55
4.3.1.3. Recomendações para Execução de Soldaduras	55
4.3.1.4. Defeitos e Ensaio de Soldaduras	57
4.3.2. LIGAÇÕES APARAFUSADAS	59
4.3.2.1. Tipos de Parafusos	59
4.3.2.2. Recomendações para Execução das Ligações Aparafusadas	60

4.3.2.3. Furação e Aperto Definitivo dos Parafusos em Obra	61
4.4. CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA	62
4.5. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE / PROTECÇÃO ANTICORROSIVA	63
4.5.1. CORROSÃO	63
4.5.2. PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES.....	64
4.5.2.1. Ferramentas Mecânicas e Manuais	65
4.5.2.2. Decapagem com Abrasivo	66
4.5.3. GRAUS DE LIMPEZA SUPERFICIAL	67
4.5.4. METALIZAÇÃO E GALVANIZAÇÃO	68
4.5.4.1. Metalização a Frio	68
4.5.4.2. Metalização a Quente	69
4.5.4.3. Galvanização.....	69
4.5.5. APLICAÇÃO DE TINTAS	70
4.5.5.1. Planeamento e Condições de Trabalho.....	70
4.5.5.2. Preparação da Tinta.....	70
4.5.5.3. Escolha do Método de Aplicação.....	71
4.5.5.4. Esquemas de Pintura.....	72
4.5.5.5. Tipos de Defeitos	73
4.6. MONTAGEM DA ESTRUTURA	75
4.6.1. ORGANIZAÇÃO DO ESTALEIRO	75
4.6.1.1. Materiais.....	75
4.6.1.2. Equipamentos	76
4.6.2. CHUMBADOUROS	76
4.6.3. ESCORAMENTOS PROVISÓRIOS	76
4.6.4. CONDIÇÕES PARA MONTAGEM.....	77
4.6.5. COLOCAÇÃO DA ESTRUTURA	77
4.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
 5. PROCESSOS DE FISCALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS	 79
5.1. AS FASES DE FABRICO E CONSTRUÇÃO	79
5.2. FLUXOGRAMAS DE ACTIVIDADES	81
5.3. PROCEDIMENTO GERAL DE CONFORMIDADE	86

5.4. PLANO DE CONTROLO DE CONFORMIDADE	88
---	-----------

6. FICHAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE (FCC) E DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES (FCCNC)..... 95

6.1. OBJECTIVO DAS FCC E FCCNC	95
---	-----------

6.2. ESTRUTURA DAS FICHAS.....	96
---------------------------------------	-----------

6.3. APLICAÇÃO DAS FICHAS EM OBRA	104
--	------------

6.3.1. MODERNIZAÇÃO DA ESCOLA SECUNDÁRIA DO CERCO DO PORTO	104
--	-----

6.3.2. AMPLIAÇÃO DO CENTRO COMERCIAL BRAGA PARQUE	108
---	-----

6.3.3. UNIDADE INDUSTRIAL DA TENSAI EM ESTARREJA	109
--	-----

6.3.4. CONCLUSÕES ACERCA DA IMPLEMENTAÇÃO E DISCUSSÃO DAS FCC	109
---	-----

7. CONCLUSÕES..... 111

7.1. CUMPRIMENTO DE OBJECTIVOS	111
---	------------

7.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES	111
--	------------

7.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS DO TRABALHO	113
--	------------

BIBLIOGRAFIA.....	115
--------------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 – Tipo de estrutura em construção metálica seleccionada.....	3
Fig. 1.2 – Âmbito do estudo	3
Fig. 2.1 – Evolução do consumo de cimento e de licenciamento de fogos novos para habitação em Portugal entre 2000 e 2008.....	7
Fig. 2.2 – <i>Puzzle</i> de oportunidades face ao cenário actual do sector da construção.....	8
Fig. 2.3 – Intervenientes no processo de construção	10
Fig. 2.4 – Posicionamento da Gestão Técnica do Empreendimento num projecto de construção	11
Fig. 2.5 – Áreas funcionais da fiscalização e sua interligação.....	14
Fig. 2.6 – Possível organização de equipas de fiscalização em função do tipo de obra.....	16
Fig. 2.7 – Logótipo IPAC	19
Fig. 2.8 – Marca Produto Certificado	19
Fig. 2.9 – Organograma do Sistema Português de Qualidade	20
Fig. 2.10 – Estrutura e intervenientes da MQ LNEC.....	21
Fig. 2.11 – Logótipo de Marcação CE.....	24
Fig. 2.12 – Abordagem por processos	26
Fig. 2.13 – Os 10 países com mais certificados ISO 9001:2000 em 2007	28
Fig. 2.14 – Deficiências com origem no projecto segundo Relatório do Bureau Securitas de 1980.....	29
Fig. 2.15 – Ilustração dos parâmetros que deverão orientar o sector da construção.....	30
Fig. 3.1 – Forja Catalã.....	32
Fig. 3.2 – Forja Alta	33
Fig. 3.3 – Ponte em Coalbrookdale.....	34
Fig. 3.4 – Exemplo de um alto-forno actual em corte e fotografia	35
Fig. 3.5 – Fabrico do aço e seus produtos.....	36
Fig. 3.6 – Exemplos de estruturas metálicas interessantes: Aeroporto do Porto, Pirâmide do Museu do Louvre em Paris e Torre Oriente sobre o Centro Comercial Colombo em Lisboa	37
Fig. 3.7 – Consumo de aço estrutural por país da ECCS.....	38
Fig. 3.8 – Distribuição mundial da produção de aço por zonas em 2007 (total de 1344×10^6 ton)	39
Fig. 3.9 – Aplicações do aço por actividade no ano de 2007	40
Fig. 3.10 – Ciclo de vida do aço	41
Fig. 3.11 – Energia primária consumida por processo.....	41
Fig. 3.12 – Impactos ambientais	41
Fig. 3.13 – Separação do aço	42

Fig. 3.14 – Latas para reciclagem	42
Fig. 3.15 – Consumos de energia e emissões de CO ₂ na EU de 1970 a 2000	42
Fig. 4.1 – Evolução da secção do perfil.....	45
Fig. 4.2 – Tipos de secções transversais em perfis laminados.....	46
Fig. 4.3 – Exemplos de aplicações de perfis conformados a frio.....	46
Fig. 4.4 – Perfis reconstruídos.....	46
Fig. 4.5 – Perfis tubulares.....	47
Fig. 4.6 – Designação dos aços	48
Fig. 4.7 – Serrote	49
Fig. 4.8 – Corte por oxi-corte.....	49
Fig. 4.9 – Corte por plasma	49
Fig. 4.10 – Linha combinada de corte plasma e furação	49
Fig. 4.11 – Corte por laser	50
Fig. 4.12 – Corte por jacto de água	50
Fig. 4.13 – Linha automática de furação	52
Fig. 4.14 – Cabeças da linha de furação.....	52
Fig. 4.15 – Soldadura com eléctrodo revestido	53
Fig. 4.16 – Esquema do processo com eléctrodo revestido	53
Fig. 4.17 – Soldadura MIG-MAG	54
Fig. 4.18 – Esquema do processo MIG-MAG.....	54
Fig. 4.19 – Soldadura TIG	54
Fig. 4.20 – Esquema do processo TIG.....	54
Fig. 4.21 – Soldadura por Arco Submerso	54
Fig. 4.22 – Esquema do processo por Arco Submerso.....	54
Fig. 4.23 – Alguns materiais e equipamentos de soldadura	55
Fig. 4.24 – Tipos de ligações aparafusadas mais usuais em estruturas metálicas	59
Fig. 4.25 – Parafusos com anilhas especiais	59
Fig. 4.26 – Parafusos com cabeças especiais	59
Fig. 4.27 – Diferença máxima entre espessuras de chapas ($D \leq 2\text{mm}$ - correntes; $D \leq 1\text{mm}$ - pré-esforçadas)	60
Fig. 4.28 – Exemplo de uma chave dinamométrica	62
Fig. 4.29 – Cabine de decapagem	66
Fig. 4.30 – Granalha de aço, máscara e bico de decapagem.....	66
Fig. 4.31 – Perfil obtido face ao tipo de granalha.....	67

Fig. 4.32 – Comparação de perfis de rugosidade	67
Fig. 4.33 – Pistola para metalização a quente	69
Fig. 4.34 – Peça metalizada a quente após decapagem com jacto de granalha de aço	69
Fig. 4.35 – Exemplos de peças galvanizadas.....	70
Fig. 4.36 – Pistola convencional com alimentação por aspiração	72
Fig. 4.37 – Bomba pneumática para pistola <i>airless</i>	72
Fig. 4.38 – Pistola electrostática com gerador incorporado	72
Fig. 4.39 – Medidor de espessura húmida (pente)	73
Fig. 4.40 – Medidor de espessura seca (electrónico)	73
Fig. 4.41 – Soldaduras em obra.....	77
Fig. 4.42 – Pormenor de uma soldadura em obra	77
Fig. 4.43 – Elevação de uma peça.....	78
Fig. 4.44 – Posicionamento de uma peça.....	78
Fig. 5.1 – Fases do processo de fabrico e construção de uma estrutura metálica	79
Fig. 5.2 – Actividades associadas às fases mais importantes de produção e respectivo controlo	81
Fig. 5.3 – Fluxograma geral do processo de fiscalização de estruturas metálicas	82
Fig. 5.4 – Base de Controlo de Conformidade inicialmente definida	89
Fig. 5.5 – Base de Controlo de Conformidade definitiva	91
Fig. 5.6 – Metodologia associada ao tratamento de Não Conformidades	94
Fig. 6.1 – Primeira secção de uma FCC	97
Fig. 6.2 – Segunda secção de uma FCC	97
Fig. 6.3 – Terceira secção de uma FCC	97
Fig. 6.4 – Quarta secção de uma FCC	98
Fig. 6.5 – Campos Mão-de-obra e Equipamento	99
Fig. 6.6 – Campos Materiais e Tecnologia.....	99
Fig. 6.7 – Quinta secção de uma FCC.....	100
Fig. 6.8 – Sexta secção de uma FCC (última página)	100
Fig. 6.9 – Modelo de um PEP	101
Fig. 6.10 – Primeira secção de uma FCCNC.....	102
Fig. 6.11 – Segunda secção de uma FCCNC.....	102
Fig. 6.12 – Terceira secção de uma FCCNC	102
Fig. 6.13 – Quarta secção de uma FCCNC	103
Fig. 6.14 – Quinta secção de uma FCCNC.....	103

Fig. 6.15 – Sexta secção de uma FCCNC	103
Fig. 6.16 – Localização da obra	104
Fig. 6.17 – Pormenor dos chumbadouros	104
Fig. 6.18 – Perspectiva após colocação dos pilares	104
Fig. 6.19 – Montagem com aparafusamento.....	104
Fig. 6.20 – FCC Mont_Inst.....	106
Fig. 6.21 – FCC Mont_Apar (segunda página)	107
Fig. 6.22 – Localização da obra	108
Fig. 6.23 – Estrutura metálica colocada	108
Fig. 6.24 – Chapa colaborante	108
Fig. 6.25 – Parte da estrutura já revestida com argamassa intumescente	108
Fig. 6.26 – Montagem de um pórtico.....	109
Fig. 6.27 – Unidade industrial em fase de conclusão.....	109
Fig. 6.28 – Preenchimento de uma FCC em obra.....	110
Fig. 6.29 – Partilha de conhecimento associada às FCC	110

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Peso da Reabilitação em segmento habitacional em 2008.....	8
Quadro 2.2 – Previsão dos grandes investimentos na construção entre 2008 e 2017	9
Quadro 2.3 – Funções a desempenhar pela fiscalização	14
Quadro 2.4 – Princípios básicos para a melhoria do desempenho segundo a ISO 9000:2000	26
Quadro 2.5 – Principais resultados da evolução das normas ISO 9001:2000	27
Quadro 3.1 – <i>Ranking</i> do consumo total e <i>per capita</i>	38
Quadro 3.2 – Evolução da produção mundial de aço.....	39
Quadro 3.3 – <i>Ranking</i> dos países exportadores e importadores de aço.....	39
Quadro 4.1 – Valores nominais da tensão de cedência f_y e da tensão de rotura f_u , para aços correntes de acordo com a EN 10025-2	47
Quadro 4.2 – Composição química a que têm de obedecer os aços correntes de acordo com a EN 10025-2	48
Quadro 4.3 – Descrição de algumas técnicas de corte	49
Quadro 4.4 – Descrição dos processos de soldadura por fusão	53
Quadro 4.5 – Ensaio não destrutivo de soldaduras	58
Quadro 4.6 – Diâmetros tradicionais de parafusos para estruturas metálicas	59
Quadro 4.7 – Métodos de aplicação de tintas à pistola – suas vantagens e desvantagens	71
Quadro 4.8 – Defeitos de pintura: causas e fotografias elucidativas.....	74
Quadro 5.1 – Fluxograma detalhado do processo e respectiva matriz de <i>inputs</i> , <i>outputs</i> e responsabilidades	83
Quadro 5.2 – Resumo das fichas elaboradas para Controlo de Conformidade e Controlo e Correção de Não Conformidades	92

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

APCER – Associação Portuguesa de Certificação
CE – Comunidade Europeia
CERTIF – Associação para Certificação de Produtos
CT – Comissões Técnicas
DA – Documento de Aplicação
DH – Documento de Homologação
DL – Decreto-Lei
DPC – Directiva de Produtos de Construção
ECCS – European Convention for Constructional Steelwork
EEE – Espaço Económico Europeu
EN – Norma Europeia
EUA – Estados Unidos da América
FCC – Ficha de Controlo de Conformidade
FCCNC – Ficha de Controlo e Correção das Não Conformidades
GGQ – Gestor Geral da Qualidade
GHG – Gases com Efeito de Estufa
IPAC – Instituto Português de Acreditação
IPQ – Instituto Português da Qualidade
ISO – Organização Internacional de Normalização
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MQ – Marca de Qualidade
NP – Norma Portuguesa
ONS – Organizações de Normalização Sectoriais
PEP – Procedimento Específico de Produção
PGGQ – Plano Geral de Garantia de Qualidade
PIB – Produto Interno Bruto
SPQ – Sistema Português da Qualidade
TGV – Transporte a Grande Velocidade
TTT – Terceira Travessia do Tejo
UE – União Europeia
UV – Ultra violeta

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJECTIVO

As estruturas metálicas são, nos dias de hoje, solução recorrente para a construção de diversos tipos de estruturas, cujos domínios de aplicação abrangem, a título exemplificativo, desde a simples cobertura até ao edifício, ponte, aeroporto ou recinto desportivo mais complexos.

Em paralelo com a evolução das técnicas de fabrico e montagem de estruturas metálicas, desenvolveu-se uma demanda pelas exigências de fiscalização e controlo da execução destas estruturas, orientada para a obtenção de um produto final com qualidade.

O objectivo central deste trabalho prende-se com a conjugação destes dois vectores, com vista ao estabelecimento de um procedimento de fiscalização da execução de estruturas metálicas, materializando-se num plano de controlo de conformidade aplicável ao processo construtivo, com influência desde a oficina, ou metalomecânica, até à obra.

Será também alvo de análise uma contextualização das estruturas metálicas à luz do cenário normativo actual e da sua evolução histórica, centrada na especificidade e importância destas, visando fornecer contribuições para a melhoria da qualidade dos procedimentos de execução e fiscalização aplicáveis a este tipo de estruturas.

Trata-se, por isso, não de um trabalho de investigação científica, mas antes de um documento com cariz de aplicabilidade prática, e que se espera poder vir a auxiliar os diversos intervenientes do sector da construção metálica.

1.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A importância actualmente atribuída ao cumprimento de prazos e de custos nas empreitadas públicas e privadas, e à verificação da garantia de qualidade do produto final a recepcionar pelo cliente, tem conduzido a um forte desenvolvimento dos mecanismos de controlo das actividades a empreender em obra.

As exigências a verificar induzem a que o controlo surja desde logo nas primeiras etapas do processo produtivo, procurando-se que o adjudicatário, também vulgarmente designado por empreiteiro ou construtor, submeta à aprovação da entidade fiscalizadora descrições pormenorizadas da forma como se propõe executar os trabalhos. Estas devem contemplar uma calendarização rigorosa das actividades, com indicação dos pontos críticos associados, bem como uma correcta previsão da mão-de-obra,

equipamentos e materiais a afectar às mesmas. No que respeita a estes últimos o passado recente denota uma evolução notável ao nível da certificação dos produtos ao abrigo de normas comuns.

Paralelamente, verifica-se também uma preocupação forte com questões relacionadas com o ambiente e com a segurança e saúde, que exigem um maior conhecimento e acompanhamento por parte de técnicos capazes. Este papel, que outrora foi atribuído aos técnicos fiscais em obra, é agora da responsabilidade de técnicos de segurança e de ambiente visto possuírem formação específica para tal, não deixando os fiscais no terreno de estarem atentos a situações que lhes pareçam não conformes e de as comunicarem a estes técnicos.

Neste contexto de exigências e complexidade crescentes a actividade de fiscalização de obras desempenha papel de destaque, podendo apenas as empresas que se apresentarem melhor preparadas e com capacidade de antecipação dos desafios futuros estar à altura de gerir adequadamente as naturais expectativas do dono de obra, também vulgarmente designado por cliente ou promotor.

O papel da fiscalização de obras públicas, consagrado no Decreto-Lei nº 59/99, e que foi recentemente revogado pelo Decreto-Lei nº 18/2008, estipula que esta entidade vigie e verifique o exacto cumprimento por parte do empreiteiro dos requisitos contratualmente estabelecidos pelo dono de obra. No entanto, procura-se actualmente que a actividade de uma fiscalização de obra extrapole esta dimensão, desenvolvendo mecanismos de actuação preventiva que obviem a necessidade de executar acções correctivas sobre trabalhos executados que apresentem deficiências. Embora se admita a possibilidade de outras formas de fiscalização poderem conduzir a bons resultados, os conteúdos desenvolvidos no presente trabalho foram intencionalmente orientados para este modo de actuação por parte da entidade fiscalizadora.

A melhor forma de se garantir esta dimensão preventiva reside na criação de *check-lists* para cada uma das actividades a executar numa obra de construção, de modo a que o técnico fiscal possua, não só elementos fiáveis e parametrizados de inspecção e ensaio, mas também tecnicamente abrangentes, que lhe permitam conquistar o domínio técnico das tarefas e o respeito da entidade executante. A criação destes elementos, designados por fichas de controlo de conformidade, exige um conhecimento profundo dos processos construtivos e uma análise cuidada dos elementos produzidos pelo projectista.

O procedimento descrito no parágrafo anterior potencia a desmistificação de um pensamento, muitas vezes erroneamente generalizado, que atribui às fiscalizações de obra uma determinada postura de entrave à evolução sequencial dos trabalhos. Na verdade, o facto de as fiscalizações organizarem e transmitirem à entidade executante as condições a verificar, através de regras escritas claras e objectivas, reveste-as de um poder de sensibilização e cooperação junto desta que permitem ultrapassar muitos dos problemas de comunicação em obra, normalmente associados à transmissão de informação verbal e frequentemente interpretada de forma diferenciada pelos intervenientes.

Uma vez contextualizado o papel da fiscalização no cenário da construção, importa salientar a forma de construção interessada no estudo desenvolvido. Tal como a figura 1.1 evidencia a escolha recaiu na análise de componentes de estruturas metálicas na medida em que este tipo de estruturas, para além de se encontrarem em franca proliferação no contexto actual da construção, se coaduna na perfeição com o tipo de fiscalização preventiva acima referido.

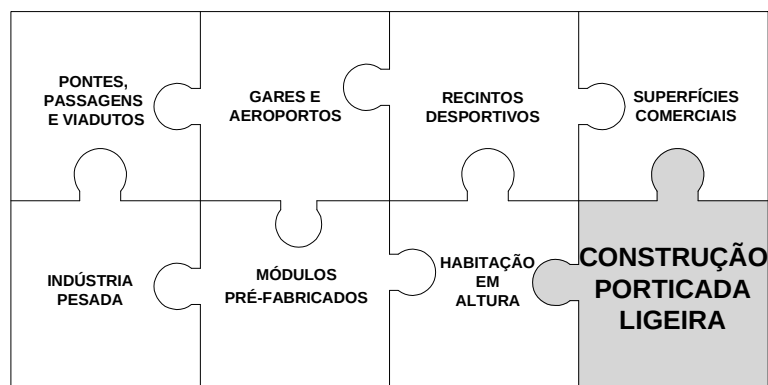


Fig. 1.1 – Tipo de estrutura em construção metálica seleccionada

Atendendo aos vários tipos de construções que é possível realizar com estruturas metálicas, optou-se por seleccionar as construções porticadas ligeiras que podem, entre outras aplicações, ser utilizadas em unidades industriais de pequena e média dimensão e em edifícios públicos, habitacionais ou comerciais de reduzida altura. A escolha não se deveu ao facto de estas estruturas serem menos complexas, mas antes ao facto de estas representarem uma elevada quota de mercado e a diversidade de obras em curso permitir uma mais fácil aplicação das fichas desenvolvidas.

Em termos de âmbito, o estudo debruçou-se sobre os elementos estruturais que compõem estas mesmas construções.

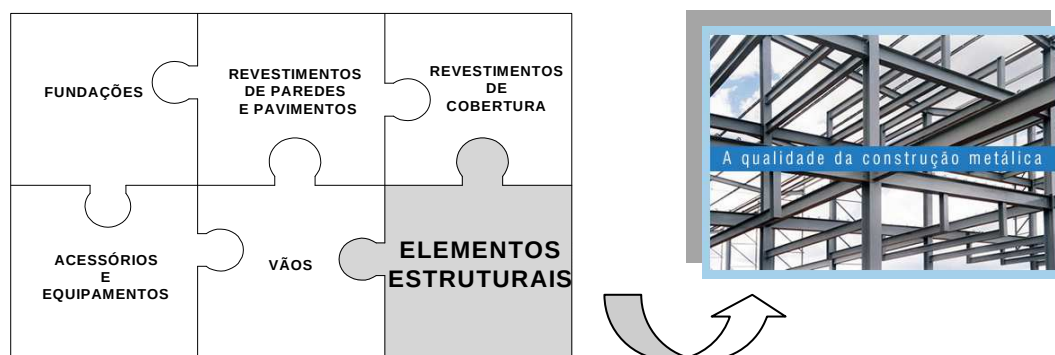


Fig. 1.2 – Âmbito do estudo [imagem da direita extraída de 1]

As estruturas metálicas, ao contrário do que sucede, por exemplo, com os elementos em betão armado ou em alvenaria, exigem um acompanhamento muito mais incisivo na fase inicial do processo na medida em que a recepção de materiais e o fabrico e tratamento em oficina se revestem de uma importância decisiva no sucesso das etapas subsequentes de construção. De facto, a execução pelo construtor destas etapas de forma não fiscalizada pode conduzir à necessidade de, em fase de montagem, se terem de rectificar partes da estrutura ou até, no limite, a totalidade da mesma, conduzindo a atrasos normalmente incontroláveis e ao defraudar das expectativas do dono de obra.

Por outro lado, o facto do domínio técnico e regulamentar deste tipo de estruturas se apresentar bastante desenvolvido e de os materiais utilizados estarem caracterizados e normalizados, permite

definir, com exactidão, os parâmetros a verificar bem como as suas tolerâncias e limites de aceitabilidade.

A conjugação da construção metálica com uma filosofia de fiscalização de obras centrada na antecipação dos problemas e no acompanhamento integral do processo produtivo permite, com um esforço de sistematização da informação disponível, desenvolver uma metodologia de controlo que se crê poder ser de bastante utilidade para todos aqueles que quotidianamente se debatem com estes problemas.

1.3. MOTIVAÇÕES

As motivações que estão na génese da elaboração de um trabalho com estes contornos encontram fundamento na importância e interesse que a problemática da fiscalização de obras desperta para um profissional na área da Engenharia Civil. Correndo, assumidamente, o risco de contrariar as normas subjacentes à elaboração de dissertações deste tipo com a adopção da primeira pessoa do singular, devo confessar que, havendo decorrido mais de três anos da conclusão da minha licenciatura e tendo desenvolvido actividade no sector da construção que não de fiscalização de obras, este tipo de temática me fascina sobremaneira.

O incremento das exigências de qualidade associado à própria evolução humana continuará seguramente a ser procurado e a constituir factor de inovação, fazendo-me crer que um trabalho com estes contornos pode despoletar melhorias na forma como se aborda actualmente o processo produtivo na construção, com repercussões nas estruturas futuras, e fornecendo desta forma uma contribuição válida para todos aqueles que se interessam por estes assuntos.

O estado de arte das construções em estrutura metálica, e a tendência que se preconiza para a elaboração de estruturas cada vez mais complexas e esbeltas, facilitaram a selecção do tema e tornaram este regresso académico muito gratificante.

1.4. METODOLOGIA DE ESTUDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A metodologia de estudo adoptada consistiu na análise da bibliografia existente sobre as temáticas de fiscalização de obras, qualidade e construção metálica. Em termos práticos, e com vista à validação dos boletins de registo de actividades preparados para uma equipa de fiscalização, procedeu-se à sua aplicação numa obra com vista à extrapolação de conclusões acerca da adequabilidade das mesmas.

Os boletins de registo aludidos no parágrafo anterior designaram-se por Fichas de Controlo de Conformidade e por Ficha de Controlo e Correção das Não Conformidades. Enquanto que as primeiras incidiram especificamente sobre as verificações a efectuar no âmbito da recepção de materiais, do fabrico em oficina, do tratamento superficial, do transporte ou da montagem em obra, as segundas são de âmbito generalista e geradas sempre que, em qualquer uma das primeiras, se detectar uma não conformidade.

Em termos de distribuição dos conteúdos desenvolvidos a dissertação foi organizada em sete capítulos que abaixo se caracterizam sumariamente:

- Capítulo 1 – Introdução – Considerações introdutórias, relacionadas com os objectivos propostos, a contextualização do tema, as motivações e a metodologia de estudo e organização;
- Capítulo 2 – Enquadramento da Fiscalização de Obras numa Lógica de Qualidade – Abordagem da fiscalização de obras e da qualidade na indústria da construção;
- Capítulo 3 – Perspectiva Integrada da Construção Metálica – Análise de aspectos tão abrangentes como os históricos, sociais, culturais e económicos;
- Capítulo 4 – Conhecimento Tecnológico – Reconhecimento da especificidade das estruturas metálicas à luz do conhecimento tecnológico actual, envolvendo definições de projecto e caracterizações de materiais e fabrico de componentes;
- Capítulo 5 – Processos de Fiscalização de Estruturas Metálicas – Definição de uma metodologia processual de fiscalização de estruturas metálicas assente na elaboração do plano de controlo de conformidade;
- Capítulo 6 – Fichas de Controlo de Conformidade (FCC) e de Controlo e Correção de Não Conformidades (FCCNC) – Estruturação e descrição da lógica de elaboração das Fichas de Controlo de Conformidade, complementada com a exposição da aplicação destas em obra;
- Capítulo 7 – Conclusões – Evidência das principais conclusões extraídas e propostas para desenvolvimentos em trabalhos futuros.

Em anexo, incluíram-se todas as Fichas de Controlo de Conformidade e a Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades produzidas no âmbito do estudo levado a cabo.

2

ENQUADRAMENTO DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS NUMA LÓGICA DE QUALIDADE

2.1. FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

2.1.1. CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DA CONSTRUÇÃO EM PORTUGAL

O sector da construção no nosso país possui um peso muito significativo na economia sendo, no início de 2009, responsável por 5,8% do PIB, 50% do investimento e 10,9% do emprego, representando cerca de 578 mil trabalhadores [2].

Desde 2002 a construção vive a mais prolongada e profunda crise da sua história, com quebras na produção durante sete anos consecutivos, que atingem, em termos acumulados, cerca de 25%. No passado os ciclos recessivos nunca tinham ultrapassado os quatro anos consecutivos.

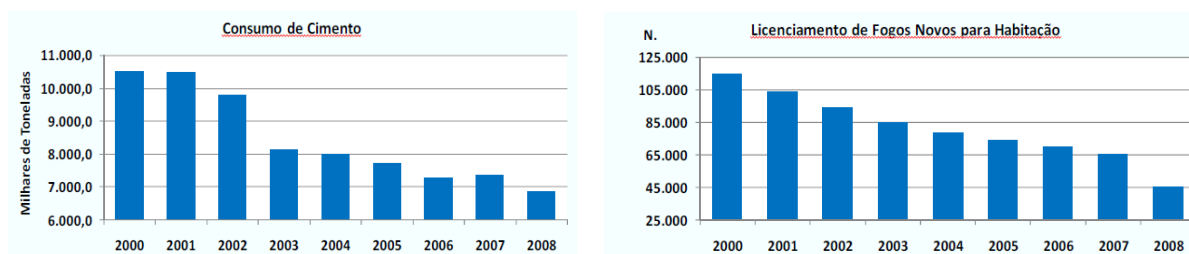


Fig. 2.1 – Evolução do consumo de cimento e de licenciamento de fogos novos para habitação em Portugal entre 2000 e 2008 [3]

Se atendermos à evolução do consumo de cimento e do licenciamento de fogos novos para habitação conforme se observa na figura 2.1, facilmente se compreende que, em termos de segmentos de actividade, a crise se faz sentir de forma aguda na habitação. Entre 2002 e 2008, a produção no segmento da habitação decresceu cerca de 40% enquanto que nas obras públicas foi de quase 19% [2].

Ao contrário do que se verificou com o sector no nosso país, os restantes congéneres europeus, cresceram de forma muito positiva no mesmo período.

O nosso insucesso e a baixa produtividade só se conseguem explicar, em traços gerais, se atendermos a que em Portugal os projectos são mal programados pelos decisores, sem um objectivo bem delineado que conduz a incertezas e alterações constantes, e os construtores resistem à mudança, não apostando na inovação tecnológica e na qualificação da mão-de-obra.

Para além disto, e recuperando o exemplo da habitação, refira-se que os decisores e investidores nacionais não reagiram atempadamente à previsão de esgotamento da procura de habitações novas, revertendo a capacidade produtiva para a reabilitação do património edificado como acontece nos seus congéneres europeus. No quadro 2.1 é possível verificar-se a disparidade dos números entre Portugal, a média dos países europeus e a Alemanha, país onde a reabilitação assume papel de destaque.

Quadro 2.1 – Peso da Reabilitação em segmento habitacional em 2008 [3]

Peso da Reabilitação no segmento Habitacional 2008 (em %)			
	Média Países	Portugal	Onde o Mercado da reabilitação é mais importante
FIEC	50,3	19,5	Alemanha (58,9)
Euroconstruct	52,5	32,6	Alemanha (66,1)

A reabilitação urbana, de edifícios residenciais e não residenciais, é, no entanto, uma tendência que já se começa a vislumbrar em Portugal. Atente-se às recentemente criadas Sociedades de Reabilitação Urbana e ao Programa de Renovação do Parque Escolar, que podem ser a salvação de muitas das nossas empresas de construção civil desde que façam um esforço por se especializarem neste campo.

Em termos globais, refira-se que a crise internacional, que surgiu inicialmente associada à crise do *sub-prime* nos EUA, rapidamente degenerou numa crise de crédito global, com desvalorização generalizada dos activos financeiros e imobiliários. Na actual conjuntura, a economia portuguesa está numa situação mais vulnerável e enfraquecida porque, à crise internacional, veio somar-se uma outra que era só nossa. Nestas circunstâncias, e atendendo a que as restantes economias europeias amealharam nos últimos sete anos os resultados do seu crescimento, pode afirmar-se que “lá fora a crise vai começar por atingir as “gorduras” acumuladas, cá dentro vai afectar o “osso” [2].

Neste cenário pessimista cabe às empresas do sector equacionar o seu enquadramento e definir com rigor os seus objectivos de recuperação. A definição de oportunidades de negócio, como a que se ilustra na figura 2.2, é um exercício essencial na estratégia das empresas que pretendam ultrapassar a crise.

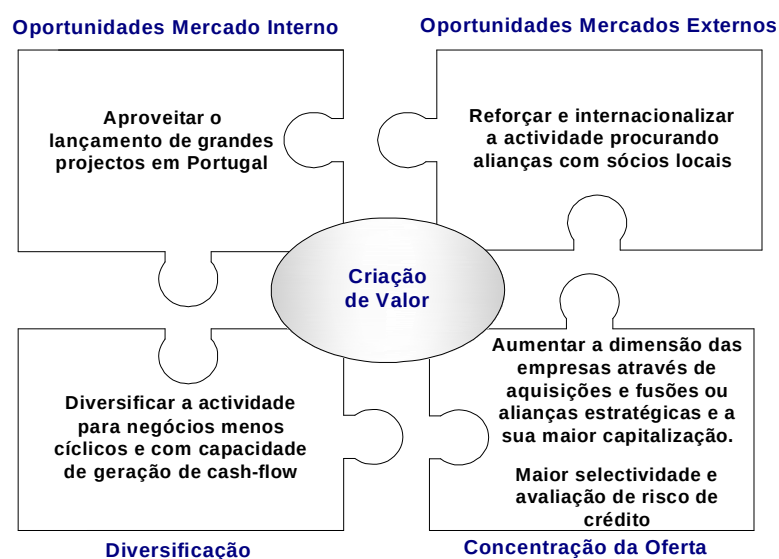


Fig. 2.2 – Puzzle de oportunidades face ao cenário actual do sector da construção [adaptado de 4]

O quadro 2.2 resume alguns dos principais investimentos previstos para Portugal no período de 2008 até 2017. Alguns deles, associados às grandes obras públicas (Aeroporto de Lisboa, TGV e TTT), são criticados por implicarem investimentos que hipotecam as gerações futuras e por não terem um efeito directo, e multiplicador, no emprego quando comparados com o gerado pela construção civil.

Quadro 2.2 – Previsão dos grandes investimentos na construção entre 2008 e 2017 [2]

	Investimento Previsto	Execução dos Projectos					
		Executado		A executar em 2009		A partir de 2010	
Aeroporto de Lisboa – NAL	3.100	0	0,0%	0	0,0%	3.100	100,0%
Água, Ambiente	5.729	282	4,9%	669	11,7%	4.778	83,4%
Barragens	1.656	5	0,3%	232	14,0%	1.419	85,7%
Energia / Renováveis	10.247	665	6,5%	1.017	9,9%	8.565	83,6%
Escolas	1.082	0	0,0%	90	8,3%	992	91,7%
Hospitais	1.418	55	3,9%	245	17,3%	1.118	78,8%
Justiça	620	0	0,0%	60	9,7%	560	90,3%
Telecomunicações	500	0	0,0%	200	40,0%	300	60,0%
Logística	1.875	110	5,9%	300	16,0%	1.465	78,1%
Portos, Aeroportos	940	158	16,8%	111	11,8%	671	71,4%
Rodovia	7.060	300	4,2%	853	12,1%	5.907	83,7%
Ferrovia tradicional, Metro	2.889	173	6,0%	208	7,2%	2.508	86,8%
Alta Velocidade (TGV + TTT)	8.150	0	0,0%	0	0,0%	8.150	100,0%
Total Infra-estruturas de base	45.266	1.748	3,9%	3.985	8,8%	39.533	87,3%
Centros Comerciais	1.173	470	40,1%	381	32,5%	322	27,5%
Reabilitação Urbana	3.492	79	2,3%	138	4,0%	3.275	93,8%
Turismo	12.044	584	4,8%	440	3,7%	11.020	91,5%
Total Outros Investimentos	16.709	1.133	6,8%	959	5,7%	14.617	87,5%
Total Infra-estruturas Previstas	61.975	2.881	4,6%	4.944	8,0%	54.150	87,4%

Fonte: FEPIOP

(milhões de euros)

Neste contexto de crise, os donos de obra possuem dificuldades de liquidez para colocarem em prática os projectos que necessitam, obrigando-os a um maior rigor no controlo dos desvios de custos das empreitadas em curso. Por seu turno, os empreiteiros procuram conquistar obras a qualquer preço, tentando contornar cortes orçamentais com deficiente execução das actividades em obra ou procurando insistentemente aprovar soluções alternativas às de projecto. Por estes motivos, a existência de uma fiscalização profissional e rigorosa no terreno surge como imperativo para a garantia de qualidade das obras.

À fiscalização cabe também um papel de sensibilização, que consiste em transmitir aos construtores que a competitividade só se conquista à custa da qualidade, numa perspectiva de rigor, inovação tecnológica e contínua formação dos recursos humanos.

2.1.2. OS INTERVENIENTES NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO

Numa empreitada existem diversas entidades que influenciam o processo construtivo e que, muitas vezes, possuem interesses antagónicos. De forma simplificada poder-se-á afirmar que o processo se inicia no dono de obra que, quando decide avançar com um determinado empreendimento, lança concurso ou contrata um projectista para materializar a sua intenção, e estabelece contactos com as

entidades licenciadoras responsáveis para averiguar da sua exequibilidade. Uma vez executado o projecto e efectuados os devidos ajustes, lança a obra a concurso bem como os serviços de fiscalização, surgindo como novas entidades o empreiteiro e a fiscalização. A contratação da fiscalização pode também anteceder a fase de concurso, contribuindo esta para auxiliar o dono de obra na selecção do adjudicatário.



Fig. 2.3 – Intervenientes no processo de construção [adaptado de 5]

A fiscalização, como a imagem da figura 2.3 retrata, funciona como elemento charneira entre os três principais intervenientes, relacionando-se também com as entidades licenciadoras, que desempenham um papel menos interventivo no processo.

Embora se reconheça que existem contactos directos entre os diferentes agentes, cabe à fiscalização aglutiná-los sobre a sua alçada e organizar toda a informação técnica de forma sistematizada, transmitindo-a de igual modo a todos os intervenientes. A fiscalização não se deve subjugar aos interesses de qualquer das partes, mas exercer a sua actividade de forma isenta e em total observância do enquadramento legal aplicável, com vista à promoção da qualidade da obra.

2.1.3. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA FISCALIZAÇÃO DE OBRAS

O conceito de fiscalização de obras encontra-se difundido há várias décadas no sector da construção civil e obras públicas, tendo os modelos de organização que lhe estão associados sofrido evolução significativa ao longo do tempo.

No início a fiscalização assentava na figura do fiscal de obra, normalmente pessoa conhecedora da arte e muitas vezes sem habilitações ao nível de uma licenciatura em Engenharia Civil, integrado nos quadros da administração pública (entidades camarárias ou organismos rodoviários, ferroviários e portuários).

Na década de 90 Portugal assiste a um forte incremento da actividade de construção, impulsionada pelos fundos comunitários europeus, que se traduziu na execução de grandes projectos como sejam a rede de auto-estradas, as novas pontes sobre os rios Douro e Tejo e a EXPO 98.

Por outro lado, a descida das taxas de juro tornou possível concretizar a ambição dos cidadãos na aquisição de habitação própria e a construção de edifícios desenvolveu-se também significativamente.

Com esta nova demanda surge a necessidade de se estruturarem novos serviços de fiscalização, mais capazes de assegurarem ao cliente a garantia de conformidade entre o preconizado em projecto e o efectivamente executado em obra, desenvolvendo-se um conjunto de empresas do sector privado com o intuito de prestarem apoio técnico aos donos de obra.

Actualmente a fiscalização é entendida numa perspectiva mais lata, havendo autores que defendem a substituição do termo “Fiscalização de Obras” por “Gestão Técnica do Empreendimento” [6], na medida em que a evolução da abordagem conduziu a uma maior preocupação com a gestão da construção associada à qualidade da mesma.

Neste enquadramento, a Gestão Técnica do Empreendimento, como se observa na figura 2.4, deve associar-se ao dono de obra a montante da fase de execução, contribuindo com a sua experiência na revisão do projecto, no processo de selecção do empreiteiro e funcionando como *pivot* no relacionamento com as entidades licenciadoras. Na fase de execução deverá procurar apoiar o empreiteiro, induzindo-o a cumprir o estipulado em projecto, e auxiliar na obtenção de uma solução alternativa viável caso se verifique a necessidade de alteração imprevista. A prestação deverá ir além da conclusão da obra, contribuindo para a preparação do processo de utilização e garantia do empreendimento.

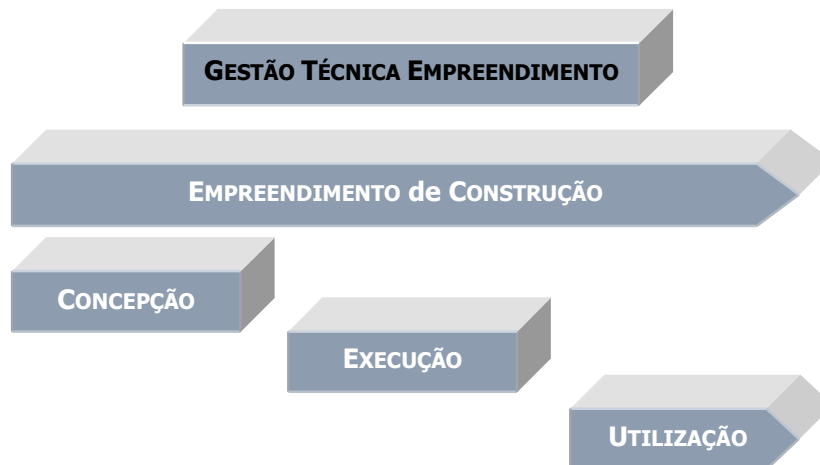


Fig. 2.4 – Posicionamento da Gestão Técnica do Empreendimento num projecto de construção [adaptado de 7]

2.1.4. ENQUADRAMENTO TÉCNICO E LEGAL

2.1.4.1. Engenharia de Serviços

A actividade de fiscalização enquadra-se no âmbito da engenharia de serviços, ramo da engenharia que se ocupa das actividades de consultoria e assessoria à implementação e verificação dos processos industriais. “A engenharia de serviços define-se como sendo todo o conjunto de metodologias destinadas a otimizar a relação entre entidades intervenientes numa prestação de serviços” [6].

São atribuições da entidade prestadora de serviços definir o articulado do serviço, responsabilizar-se pelo cumprimento desse articulado, controlar as vertentes económica e de prazos do serviço e gerir de forma eficaz toda a informação que lhe está associada. Para cada uma destas vertentes, o prestador deverá apetrechar-se de todos os instrumentos que lhe permitam um correcto acompanhamento dos processos, traduzíveis em fluxogramas de procedimentos, organigramas de responsabilidades e mapas de controlo, e identificar preventivamente os potenciais riscos e/ou condicionalismos que poderão surgir para cada uma das etapas do processo, definindo os respectivos planos de mitigação.

Numa prestação de serviços genérica existem três entidades, a que adjudica os serviços, a que os executa e a que deles usufrui. Ao nível da fiscalização de obra o adjudicatário (dono de obra) é, com excepção dos casos em que a obra é entregue a outra(s) entidade(s) após a sua conclusão, simultaneamente o destinatário e o prestador a empresa de fiscalização.

2.1.4.2. Legislação Aplicável

Se o conceito de fiscalização de obras evoluiu para o de gestão técnica do empreendimento no íntimo das pessoas mais avalizadas nesta matéria, a verdade é que as leis nacionais não acompanharam esta evolução e revelam-se desactualizadas.

O **Decreto-Lei nº 73/73** [8], revogado em Janeiro de 2007 pela proposta de lei que aprova o regime jurídico que estabelece a qualificação profissional exigível aos técnicos e agentes envolvidos na construção, é a base do actual regime de licenciamento urbano. Este diploma apresenta-se, naturalmente, desfasado das exigências actuais ao nível da fiscalização de obras.

O **Decreto-Lei nº 59/99** [9], Regime Jurídico das Empreitadas de Obras Públicas, é ainda uma referência muito intrincada nos agentes do sector, mas traduz ainda uma visão muito redutora do papel da fiscalização, centrada num único fiscal de obra (artº 178º). Os artigos 178º a 184º caracterizam a fiscalização e os seus agentes bem como os respectivos modos de actuação.

O artigo 180º, que se reproduz de seguida, indica quais as funções da fiscalização mas não as distribui por áreas funcionais tal como acontece actualmente na maioria das empresas.

“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, designadamente:

- a) Verificar a implantação da obra, de acordo com as referências necessárias fornecidas ao empreiteiro;*
- b) Verificar a exactidão ou o erro eventual das previsões do projecto, em especial, e com a colaboração do empreiteiro, no que respeita às condições do terreno;*
- c) Aprovar os materiais a aplicar;*
- d) Vigiar os processos de execução;*
- e) Verificar as características dimensionais da obra;*
- f) Verificar, em geral, o modo como são executados os trabalhos;*
- g) Verificar a observância dos prazos estabelecidos;*
- h) Proceder às medições necessárias e verificar o estado de adiantamento dos trabalhos;*
- i) Averiguar se foram infringidas quaisquer disposições do contrato e das leis e regulamentos aplicáveis;*
- j) Verificar se os trabalhos são executados pela ordem e com os meios estabelecidos no respectivo plano;*
- l) Comunicar ao empreiteiro as alterações introduzidas no plano de trabalhos pelo dono da obra e a aprovação as propostas pelo empreiteiro;*
- m) Informar da necessidade ou conveniência do estabelecimento de novas serventias ou da modificação.”*

O artigo 182º, que se reproduz também de seguida, descreve os modos de actuação da fiscalização:

“1 – Para realização das suas atribuições, a fiscalização dará ordens ao empreiteiro, far-lhe-á avisos e notificações, procederá às verificações e medições e praticará todos os demais actos necessários;

2 – Os actos referidos no número anterior só poderão provar-se, contra ou a favor do empreiteiro, mediante documento escrito;

3 – A fiscalização deverá processar-se sempre de modo a não perturbar o andamento normal dos trabalhos e sem diminuir a iniciativa e correlativa responsabilidade do empreiteiro.”

Da análise deste artigo facilmente se depreende que este é omissivo quanto ao novo papel das equipas de fiscalização, centrando-se unicamente na actividade de inspecção, e renegando a importância da adopção de procedimentos de carácter preventivo e de apoio técnico ao empreiteiro como medidas de garantia da qualidade em obra.

Numa outra perspectiva, o **Decreto-Lei nº 273/03** [10], que estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde a aplicar nos estaleiros da construção, enquadra-se também na esfera de acção da fiscalização. A existência de técnicos e coordenadores especializados na área da segurança e saúde em obra, liberta de alguma forma a fiscalização destas verificações, o que não implica que esta deixe de analisar atentamente as formas de organização do estaleiro e sua documentação associada, reportando a estes técnicos especializados situações que não lhe pareçam conformes.

Por último convém referir o **Decreto-Lei nº 18/08** [11], Código dos Contratos Públicos, que estabelece a disciplina aplicável à contratação pública e o regime substantivo dos contratos públicos que revistam a natureza de contrato administrativo. Este diploma, ainda envolto em polémica e alvo de variadas críticas por parte dos agentes do sector, introduz no art.º 344º a figura do “director de fiscalização de obra” em detrimento da antiga designação “fiscal de obra”. Este diploma embora vise a clarificação do mecanismo de representação das partes e reforço dos poderes do “director de fiscalização da obra”, não contempla ainda um enquadramento da fiscalização de obras numa lógica de gestão técnica do empreendimento.

2.1.4.3. Áreas e Funções da Fiscalização

A fiscalização, entendida numa lógica de qualidade, assenta em sete áreas funcionais [6] que se referenciam e caracterizam resumidamente por:

- **Conformidade** – Procura garantir que a obra é executada conforme o previsto em projecto;
- **Economia** – Trata das questões relacionadas com custos e facturação;
- **Planeamento** – Baliza e faz cumprir prazos;
- **Informação** – Gere toda a informação e seu registo;
- **Licenciamento e contrato** – Conduz, gere e implementa actos administrativos;
- **Segurança** – Induz a implementação do Plano de Segurança e Saúde;
- **Qualidade** – Implementa mecanismos de garantia de qualidade.

Estas áreas não são estanques e complementam-se mutuamente. Facilmente se percebe que a problemática da qualidade envolve todos os processos e a garantia de conformidade é um aspecto central do problema, tal como a figura 2.5 documenta.



Fig. 2.5 – Áreas funcionais da fiscalização e sua interligação

Para cada uma das áreas introduzidas a equipa de fiscalização deverá ser coordenada de modo a executar as funções que de se descrevem no quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Funções a desempenhar pela fiscalização [adaptado de 5]

Área Funcional	Funções a Desempenhar
Verificação de Conformidade	▪ Garantia de que a obra é executada conforme o previsto em projecto; ▪ Garantia de que o projecto é totalmente executado; ▪ Revisão do projecto; ▪ Realização de reuniões de preparação da obra com o empreiteiro, fiscalização, projectista e dono de obra; ▪ Execução de rotinas de inspecção através de mapas de equipas produtivas e fichas de controlo de conformidade (tema central do presente trabalho); ▪ Levantamento de anomalias, detecção em fichas de controlo e correcção de não conformidades e acompanhamento da sua resolução; ▪ Realização os ensaios de recepção / desempenho.
Controlo Económico	▪ Controlo orçamental (autos, facturas, desvios mensais, multas, prémios e adiantamentos); ▪ Medição dos trabalhos realizados com rigor; ▪ Aprovação escrita de todas as alterações e elaboração dos respectivos mapas de saldos; ▪ Actualização da conta-corrente da obra (Inicial, Trabalhos a mais e a menos, Revisão de Preços); ▪ Actualização da previsão do custo final da obra; ▪ Elaboração da conta final de cada empreitada, após disponibilização dos índices definitivos de revisão de preços, e recolha das assinaturas dos intervenientes.

Área Funcional	Funções a Desempenhar
Planeamento dos Trabalhos	▪ Controlo de prazos – registo de avanços e atrasos nas frentes de obra; ▪ Envio de pareceres para o dono de obra; ▪ Avaliação e aprovação do plano de trabalhos dos empreiteiros e suas reformulações; ▪ Aprovação de um planeamento global do empreendimento; ▪ Realização de balizamentos periódicos do planeamento; ▪ Controlo de desvios e acções de recuperação de atrasos, modificação de ritmos execução, etc; ▪ Antecipação na resolução de problemas de atrasos com a atribuição de multas.
Gestão da Informação	▪ Controlo das versões das peças escritas e desenhadas classificadas como “Bom para Execução”; ▪ Auscultação da informação produzida nas frentes de obra; ▪ Elaboração do arquivo de obra; ▪ Realização de actas das reuniões de coordenação; ▪ Análise da correspondência emitida e recebida; ▪ Registo das não conformidades; ▪ Elaboração de relatórios mensais da obra; ▪ Gestão dos diversos assuntos.
Licenciamento e Contrato	▪ Verificação do cumprimento dos actos da contratação (Contrato, Assinatura e Aditamentos); ▪ Confirmação do cumprimento dos actos do licenciamento (Licença de Obra, Visitas e Fiscalização Municipal, Livro de Obra, Vistorias Finais, Licença de Utilização); ▪ Comprovação do cumprimento dos actos legais da empreitada (Adjudicação, Consignação, Autos de Multa, Autos de Suspensão, Recepção Provisória, Auto de Fecho de Contas e Recepção Definitiva).
Segurança	▪ Verificação da contratação de segurança (Plano de Segurança e Saúde, Coordenador de Segurança e Saúde, Comunicação Prévia e Compilação Técnica); ▪ Acompanhamento da implementação da segurança (registo de acidentes e emissão de alertas sobre actividades não previstas e potencialmente perigosas).
Controlo de Qualidade	▪ Gerir os mecanismos de controlo de qualidade interna de acordo com a norma ISO 9002 ou com a marca LNEC; ▪ Gerir a qualidade dos trabalhos da obra através de FCC, intervindo na: ▪ Recepção de Materiais e Equipamentos ▪ Certificação da Mão-de-Obra ▪ Execução de ensaios (por meios próprios ou coordenando-se com laboratórios externos).

2.1.4.4. Equipas de Fiscalização

De acordo com a relação de prestação de serviços contratualmente estabelecida com o dono de obra, a empresa de fiscalização deverá mobilizar para a empreitada uma equipa técnica, normalmente pluridisciplinar, com as afectações que forem antecipadamente acordadas.

À definição do tipo de equipa a propor estão subjacentes as características intrínsecas da própria obra (prazo, custo e complexidade dos trabalhos) e as opções de controlo a definir pelo dono de obra. Este último pode também requerer à empresa de fiscalização que se rodeie de assessorias externas, com afectações mais reduzidas, no sentido de apoiarem na definição de assuntos muito específicos, com correspondente emissão de pareceres técnicos.

O coordenador da equipa de fiscalização deverá organizá-la de modo a que a informação circule por todos os intervenientes sem deturpações, elaborar instruções de trabalho internas e promover reuniões de acompanhamento dos trabalhos com registos escrito das actividades realizadas e das acções a empreender.

Em termos genéricos pode-se estabelecer uma caracterização das equipas de fiscalização em função do tipo de obra, como a figura 2.6 sugere.

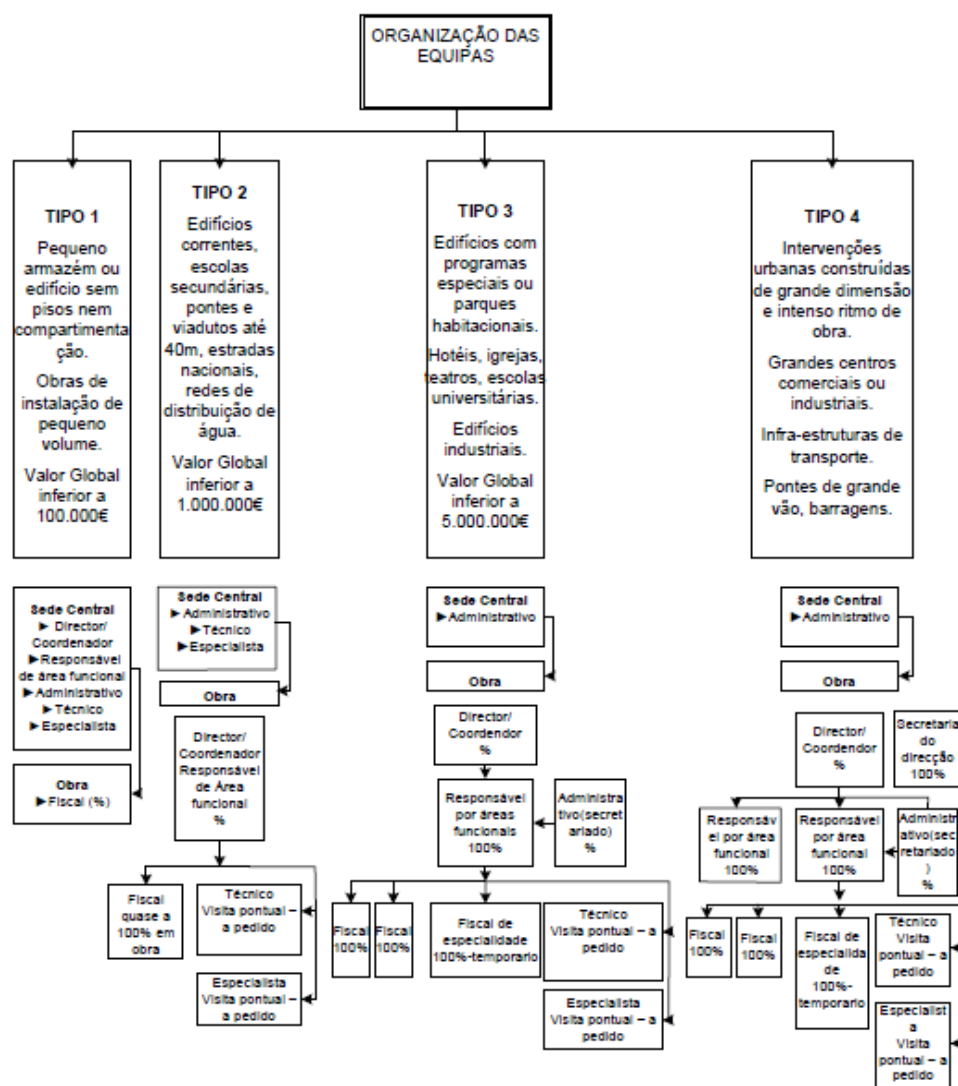


Fig. 2.6 – Possível organização de equipas de fiscalização em função do tipo de obra [5]

2.1.5. GARANTIAS E SEGUROS

Até há bem pouco tempo, ao abrigo do Decreto-Lei nº 59/99, o período de garantia das obras públicas era de cinco anos, salvo indicação em contrário no Caderno de Encargos. Com a entrada em vigor do Decreto-Lei nº 18/08 verifica-se uma reformulação substancial do regime de garantias, cujo artº 397º se reproduz abaixo:

“1 – Na data da assinatura do auto de recepção provisória inicia-se o prazo de garantia, durante o qual o empreiteiro está obrigado a corrigir todos os defeitos da obra.

2 – O prazo de garantia varia de acordo com o defeito da obra, nos seguintes termos:

- a) 10 anos, no caso de defeitos relativos a elementos construtivos estruturais;*
- b) 5 anos, no caso de defeitos relativos a elementos construtivos não estruturais ou a instalações técnicas;*
- c) 2 anos, no caso de defeitos relativos a equipamentos”*

Independentemente de o novo diploma introduzir restrições mais severas ao nível dos prazos de garantia, importa destacar que quem tem sempre por obrigação prestar garantia sobre os trabalhos realizados é o empreiteiro.

A fiscalização tem como responsabilidade implementar processos que promovam a garantia de qualidade entre o projecto e a obra, mas ser-lhe-ia totalmente impossível verificar ou comprovar a qualidade de toda a acção construtiva. Cabe ao empreiteiro zelar para que todas as actividades verificadas pela fiscalização serão sempre executadas de igual forma, mesmo na ausência da mesma em locais distintos dos inspeccionados. A experiência da equipa de fiscalização apenas poderá auxiliar nos casos em que, com base em incidências identificadas previamente, analisar as actividades que apresentam falhas mais frequentes e garantir a sua presença *in loco* aquando da realização destas.

No entanto, “caso o projecto contenha soluções com as quais o empreiteiro não concorde e que ainda assim o projectista entenda manter, o empreiteiro deve excluir essas soluções da garantia de obra para desta forma se inibir de responsabilidades” [6].

Os seguros são uma boa forma das empresas e profissionais do sector acautelarem a possibilidade de ocorrência de situações desagradáveis.

Existe uma oferta integrada de serviços, orientados especificamente para o sector da construção, com coberturas diversas, mas subsistem algumas dificuldades neste campo devido à ausência de legislação adequada e ao desconhecimento por parte do dono de obra, e das próprias empresas de construção, das reais necessidades que um seguro deve satisfazer nesta actividade.

De acordo com a informação veiculada pelo Instituto de Seguros de Portugal, actualmente, no que toca à construção civil, os seguros realmente obrigatórios são os seguros contra acidentes de trabalho [7].

No que respeita a obras particulares vigora o Decreto Regulamentar n.º 32/92, de 28 de Novembro, e a Portaria 245/93, de 4 de Março, que instituem a obrigatoriedade de segurar a responsabilidade profissional dos autores de projectos e industriais da construção civil.

Os seguros de indemnização de bens podem-se aplicar à obra já terminada ou no decurso da empreitada. O mais utilizado é o seguro de construção, normalmente exigido ao construtor em Caderno de Encargos nas empreitadas públicas, que possui coberturas definidas dos riscos associados a causas imprevistas em empreendimentos de engenharia. A fiscalização deverá certificar-se que o empreiteiro apresenta comprovativos válidos das apólices de seguro exigidos pelo dono de obra.

2.2. QUALIDADE

2.2.1. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE

A definição de qualidade pode ser encontrada em diversas referências bibliográficas e analisada nas mais diversas perspectivas. No entanto, ao conceito de qualidade associa-se uma ideia de desenvolvimento das sociedades sustentada em rigor, produtividade e competitividade.

A norma britânica BS 4778 define qualidade como “o conjunto de propriedades e características de um produto ou serviço relacionadas com a sua capacidade de satisfazer exigências expressas ou implícitas (...)”.

As exigências expressas correspondem a requisitos objectivos especificados pelo cliente, que não necessitam de constar em todos os produtos ou serviço desse tipo que sejam produzidos, enquanto que as exigências implícitas correspondem a requisitos associados a funções básicas que esses produtos ou serviços devem possuir, de cariz óbvio ou subordinado a normalização.

Há autores que defendem a não existência de “produtos de qualidade”, mas antes “produtos cuja qualidade especificada pelo seu produtor encontra aceitação por uma faixa de mercado que garante a viabilidade económica da empresa produtora”. Por esta razão, podem encontrar-se no mercado automóveis a custos exorbitantes enquanto outros apresentam um preço bem mais reduzido. Existem consumidores que procuram determinadas características enquanto outros as dispensam [12].

Desta constatação, e do alargamento das relações comerciais à escala global, resultou a necessidade de dotar a sociedade industrial de mecanismos de aferição e controlo das características dos produtos. Estes mecanismos correspondem a Sistemas de Qualidade que, em traços gerais, se destinam a permitir que a produção assegure níveis de qualidade fixos e adaptados às expectativas ou exigências dos potenciais clientes.

Ao nível da construção as exigências do dono de obra estão expressas no contrato e no projecto e a fiscalização funciona como entidade zeladora e promotora de garantia de qualidade.

2.2.2. SISTEMA PORTUGUÊS DE QUALIDADE

No nosso país o enquadramento legal da qualidade tem início com a promulgação do Decreto-Lei n.º 165/83, de 27 de Abril, que institucionalizou o Sistema Nacional de Gestão da Qualidade (SNGQ). Este veio mais tarde a designar-se por Sistema Português de Qualidade (SPQ), de acordo com o Decreto-Lei n.º 234/93, de 2 de Julho.

A criação do Instituto Português da Qualidade (IPQ), organismo nacional responsável pela gestão das actividades de metrologia, qualificação (acreditação e certificação) e normalização viria a tornar-se realidade através do Decreto-Lei n.º 183/86, de 12 de Julho.

A área de metrologia visa garantir o rigor e a exactidão das medições realizadas, assegurando a sua comparabilidade e rastreabilidade, a nível nacional e internacional, e a realização, manutenção e desenvolvimento dos padrões das unidades de medida.

A normalização consiste na elaboração, publicação e promoção do emprego das normas com vista ao estabelecimento de parâmetros a utilizar em acções de avaliação da conformidade. Para além das normas nacionais (NP), existem ainda normas europeias (EN) e internacionais (ISO).

A acreditação tem como objectivo a avaliação da competência técnica de entidades para fornecerem serviços de acordo com determinadas normas ou especificações técnicas. Actualmente estão em

funcionamento os sistemas referentes a laboratórios de ensaio e calibração, organismos de certificação, organismos de inspecção sectorial e de veículos e boas práticas de laboratório. É aplicável a laboratórios e outras entidades que fornecem serviços cuja realização se encontra definida em normas, capacitando-os para o conjunto de ensaios que são capazes de produzir dentro da sua área de especialidade. No entanto, o termo “Acreditado” não significa que a entidade esteja habilitada para executar todos os ensaios.

A actividade de acreditação é coordenada pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), cujo logótipo se representa na figura 2.7.



Fig. 2.7 – Logótipo IPAC [13]

Por certificação entende-se a avaliação credível da conformidade face a documentos de referência precisos.

A certificação é aplicável a empresas e profissionais e garante que as metodologias de gestão e processos de produção que estes definiram na sua estratégia de qualidade, se encontram correctamente implementados e utilizados. Actualmente existem vários Organismos de Certificação de Sistemas de Qualidade devidamente acreditados pelo IPQ, destacando-se os seguintes:

- Associação Portuguesa de Certificação – APCER;
- Société Générale de Surveillance – SGS Portugal;
- Lloyds Register Quality Assurance – LRQA;
- Bureau Veritas Quality International de Portugal – BVQI;
- Det Norske Veritas Portugal – Classificação, certificação e serviços – DNV;
- Empresa Internacional de Certificação – EIC;
- Associação para a Qualificação e Certificação na Construção – CERTICON;
- TÜV Rheinland Group;
- D.Q. Auditores;
- Quality Systems Certification Bureau - Q.S.C.B.

A certificação é também aplicável a produtos, assegurando a Marca Produto Certificado a conformidade deste com norma ou especificação técnica que lhe é aplicável, confirmando que o mesmo foi produzido por um fabricante que dispõe de um sistema de controlo da produção adequado.



Fig. 2.8 – Marca Produto Certificado [14]

Esta marca é de extrema importância na fiscalização da obra, pois o conhecimento de que o produto foi elaborado por um fabricante com este tipo de controlo oferece garantia de veracidade das características que lhe são atribuídas.

A figura 2.9 sintetiza o atrás indicado, representando o organograma actual do SPQ.

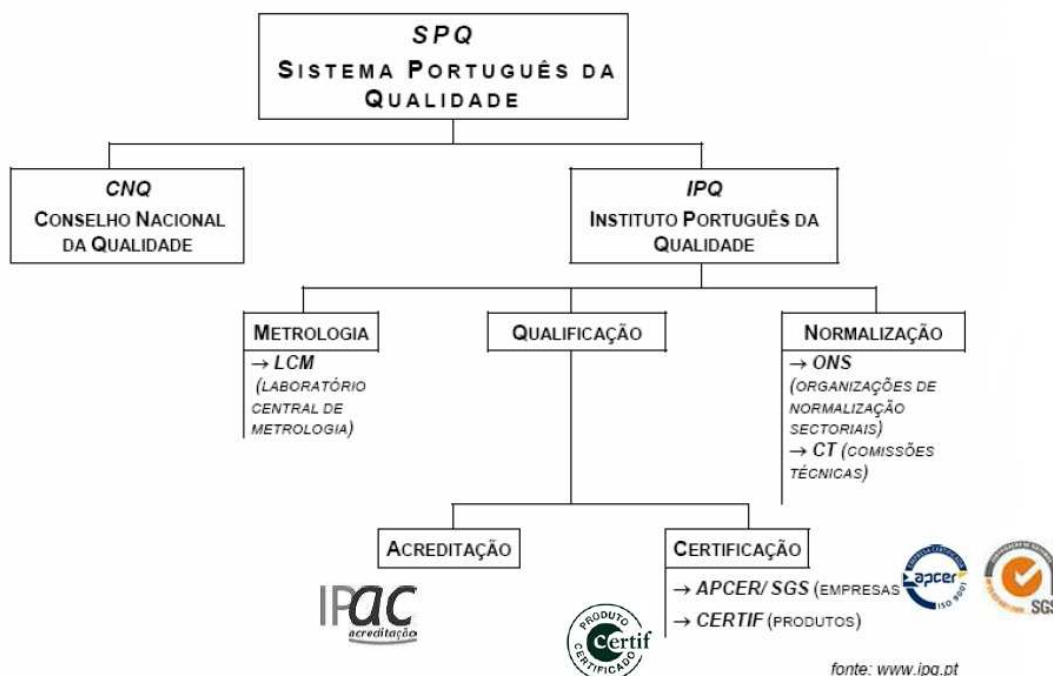


Fig. 2.9 – Organograma do Sistema Português de Qualidade [12]

2.2.3. O PAPEL DO LNEC

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil foi criado em 1946, sob a tutela do Ministério das Obras Públicas, num contexto de recuperação da devastação causada pela 2ª Guerra Mundial e de necessidade de apoiar o desenvolvimento tecnológico a ele associado. Desde então é considerado uma referência nacional e internacional em matéria de investigação e experimentação.

Destaca-se o esforço desenvolvido em torno da questão da qualidade na indústria da construção, designadamente com a promoção dos Encontros Nacionais sobre Qualidade (e Inovação) na Construção que fomentam uma cultura de qualidade no sector.

2.2.3.1. Marca de Qualidade LNEC para Empreendimentos de Construção

A Marca de Qualidade LNEC (MQ LNEC) para empreendimentos da construção foi criada em 1990, através do Decreto-Lei nº 310/90, de 1 de Outubro. Corresponde a um processo de certificação da qualidade pelo LNEC, que concretiza uma ideia ambiciosa de aplicar aos empreendimentos, considerados de forma integrada como produtos finais de todo o processo construtivo, os modernos conceitos de gestão e garantia da qualidade.

Uma vez que um empreendimento de construção resulta de um longo processo construtivo, a certificação da sua qualidade tem de cobrir as diferentes fases desse processo, desde a promoção e o

projecto até à execução da obra, incluindo também os materiais, componentes e equipamentos de construção que nele venham a ser utilizados.

A Marca de Qualidade LNEC tem carácter voluntário e é facultada aos empreendimentos de construção públicos ou privados para os quais, no início do processo construtivo, os respectivos donos de obra requeiram a sua concessão.

Com a concessão da MQ LNEC, visam-se os seguintes objectivos [15]:

- A efectivação de um plano geral de garantia da qualidade tendo em vista o cumprimento das disposições contratuais, legais e regulamentares aplicáveis e das especificações técnicas, bem como a prática das boas regras da arte;
- Níveis acrescidos de satisfação em relação aos requisitos exigidos na legislação;
- A redução do risco de danos associados aos empreendimentos, nomeadamente devidos a anomalias no processo construtivo;
- Condições favoráveis à redução dos prémios de seguros de responsabilidade e de construção.

A estrutura idealizada para colocar em prática a MQ LNEC consiste em fazer intervir no processo construtivo, para além do LNEC como entidade outorgante e dos donos-de-obra como entidades beneficiárias da marca, empresas qualificadas pelo LNEC como Gestores Gerais da Qualidade de empreendimentos (GGQ). A relação entre estes diferentes intervenientes está ilustrada na figura 2.10.



Fig. 2.10 – Estrutura e intervenientes da MQ LNEC [adaptado de15]

A concessão da Marca de Qualidade LNEC a um empreendimento pressupõe o cumprimento dos seguintes requisitos fundamentais [15]:

- Nomeação, pelo dono de obra, de um Gestor Geral da Qualidade de empreendimentos (GGQ), qualificado pelo LNEC para esse efeito;
- Elaboração pelo GGQ e aprovação pelo LNEC de um Plano Geral de Garantia da Qualidade (PGGQ), que deve incluir todos os domínios e aspectos inerentes à realização do empreendimento ao longo das suas diversas fases;
- Declaração de conformidade emitida pelo GGQ no final da obra, atestando o cumprimento dos objetivos do Plano Geral de Garantia da Qualidade;
- Homologação dessa declaração pelo LNEC.

Os GGQ são qualificados por categorias e classes de empreendimentos, e as suas candidaturas são analisadas ao abrigo da experiência e capacidade técnica e organizativa, passada e presente, que apresentarem ao nível da gestão de empreendimentos de construção. Os empreendimentos encontram-se organizados em três categorias:

- 1ª – Edifícios e património construído;
- 2ª – Vias de comunicação, obras de urbanização e outras infra-estruturas (inclui as obras de saneamento);
- 3ª – Obras hidráulicas (inclui as seguintes obras: obras fluviais e aproveitamentos hidráulicos, obras portuárias, obras de protecção costeira, barragens e diques, dragagens e emissários).

e, para cada categoria, existem oito classes de valor da obra.

Actualmente encontram-se qualificadas setenta empresas do sector da construção, com vista ao exercício da actividade de Gestão da Qualidade. Convém que contratação do GGQ ocorra prematuramente, para permitir o acompanhamento do empreendimento desde a fase de concepção.

No âmbito das suas atribuições, o GGQ deverá estar incumbido de participar na selecção/contratação dos projectistas, do empreiteiro e da fiscalização, assim como deve acompanhar a gestão dos materiais e componentes, subsistemas e equipamentos. A prestação deste só deverá terminar após a fase de garantia, com a conclusão do processo de certificação.

Neste modelo de Gestão da Qualidade do LNEC a fiscalização surge num enquadramento mais clássico, associada ao controlo da qualidade na fase de execução, enquanto que o GGQ se assume como autoridade máxima do empreendimento no que concerne à garantia de qualidade.

De entre os documentos elaborados pelo gestor geral da qualidade, o PGGQ é aquele que se reveste de maior importância, pois nele assenta todo o procedimento de gestão e garantia da qualidade. A elaboração deste plano em nada contraria a existência de um Plano de Qualidade do Empreiteiro e da Fiscalização, que mantêm o seu carácter de obrigatoriedade.

2.2.3.2. Documentos de Homologação e de Aplicação [15]

Com a publicação do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), em 1951, ficou estabelecido que a aplicação de novos materiais ou processos de construção para os quais não existissem especificações oficiais nem suficiente prática de utilização, seria condicionado a parecer prévio do LNEC. Só mais tarde, a partir de 1963, começaram a ser emitidos Documentos de Homologação (DH), prática que persistiu até aos dias de hoje e que resultou na emissão de mais de 900 documentos.

A promulgação de um DH aplica-se a produtos e sistemas que não são objecto de normas aplicáveis em Portugal ou cujos procedimentos de aplicação em obra não estão suficientemente dominados e divulgados a nível nacional. A validade de um DH é de três anos.

Um Documento de Homologação de um produto ou sistema de construção inclui normalmente, para além da Decisão de Homologação, os seguintes campos:

- Descrição geral;
- Enumeração das suas características;
- Campo de aplicação;

- Apreciação – elaborada com base nos resultados dos ensaios realizados e nas observações recolhidas de visitas às instalações de fabrico, a obras em curso e a construções em uso;
- Regras para armazenamento, transporte e aplicação em obra;
- Características e tolerâncias para eventuais ensaios de recepção.

O tipo de actividade de homologação acima apresentada é actualmente objecto de um novo enquadramento legal, em resultado do esforço de harmonização técnica relativa aos produtos de construção encetado na União Europeia (Directiva Comunitária 89/106/CEE, correntemente designada por Directiva dos Produtos de Construção, que será abordada mais à frente). Neste novo enquadramento, vertido para legislação nacional através do Decreto-Lei n.º 50/2008, não fazia sentido que o LNEC se sobrepusesse a uma aprovação europeia, conduzindo a que o LNEC deixasse de emitir Documentos de Homologação para o conjunto de produtos de construção que foram sendo abrangidos pelas normas entretanto publicadas.

De acordo com este Decreto-Lei, são abrangidos pela homologação do LNEC os produtos e sistemas de construção utilizados em edificações urbanas que:

- não sejam cobertos por Normas Portuguesas ou por Normas Europeias adoptadas em Portugal;
- não sejam objecto de uma Aprovação Técnica Europeia;
- não sejam objecto de certificação obrigatória, como é o caso, presentemente, do aço para armaduras para betão armado (Decreto-Lei n.º 390/2007) e para armaduras de betão pré-esforçado (Decreto-Lei n.º 28/2007);

Para além da emissão de homologações simples, o LNEC concede igualmente homologações com certificação a produtos cuja produção é submetida a controlo interno permanente, da responsabilidade do fabricante. Nestes casos, o LNEC executa um controlo externo, que inclui a realização de visitas periódicas às instalações de fabrico, para verificação das condições de produção e dos procedimentos adoptados naquele controlo interno, e para recolha de amostras destinadas a ensaio no Laboratório. Os Documentos de Homologação com Certificação foram até 2006 emitidos sem prazo de validade previamente definido, mas a partir de Janeiro de 2007 passaram a ser emitidos com um período de validade de cinco anos.

No que respeita aos produtos e sistemas detentores da marcação CE (ou objecto de normas portuguesas ou normas europeias não harmonizadas) o LNEC pode elaborar, para apoiar e facilitar a sua aplicação nas obras de construção, Documentos de Aplicação (DA) relativos a esses produtos e sistemas. Estes documentos possuem carácter voluntário e são produzidos a pedido dos respectivos fabricantes. Um DA analisa aspectos não cobertos nas especificações técnicas que estão na base da marcação CE, como, por exemplo, a definição do campo de aplicação e respectivas eventuais limitações de emprego, condições para a aplicação em obra e possíveis especificidades adicionais.

2.2.4. MARCAÇÃO CE [16]

Com o intuito de garantir a obtenção de produtos europeus mais seguros e competitivos, a Comissão Europeia adoptou uma estratégia que consistiu na criação das Directivas da Nova Abordagem. Estas visavam legislar os requisitos essenciais dos produtos, de forma a atingir um patamar de garantia de protecção do ambiente, da saúde pública e da segurança de pessoas e bens.

A Directiva dos Produtos de Construção (DPC), de 21 de Dezembro de 1988, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados-membros no que respeita aos produtos de construção (Directiva 89/106/CEE) é uma das mais importantes Directivas da Nova Abordagem. Foi criada com o objectivo de eliminar as barreiras técnicas à livre circulação dos produtos de construção que circulam no Espaço Económico Europeu (EEE) e que se destinam a ser utilizados em obras de construção e de engenharia civil.

A Directiva foi transposta para a ordem jurídica portuguesa através de dois diplomas: o Decreto-Lei n.º 113/93, de 10 de Abril, e a Portaria n.º 566/93, de 2 de Junho. Mais tarde, e com o objectivo de harmonizar as disposições relativas à aposição e à utilização da marcação CE, alguns dos artigos da DPC foram modificados pela Directiva do Conselho 93/68/CEE, de 22 de Julho de 1993. Esta directiva foi transposta em Portugal pelo Decreto-Lei n.º 139/95, de 14 de Junho, que por sua vez foi posteriormente alterado pelo Decreto-Lei n.º 374/98, de 24 de Novembro. Em 2007, o Decreto-Lei n.º 113/93 foi novamente alterado pelo Decreto-Lei n.º 4/2007, conduzindo à republicação do Decreto-Lei n.º 113/93, com incorporação de diversas alterações, bem como da Portaria n.º 566/93.

A DPC estabelece que, para serem colocados no mercado, os produtos de construção devem estar aptos ao uso a que se destinam, devendo por isso apresentar características tais que as obras onde venham a ser incorporados satisfaçam as seguintes exigências essenciais:

- resistência mecânica e estabilidade;
- segurança em caso de incêndio;
- higiene, saúde e protecção do ambiente;
- segurança na utilização;
- protecção contra o ruído.

No entanto, a DPC não visa uma completa harmonização das regulamentações nacionais, uma vez que os Estados-membros são livres de regulamentar, nos seus territórios, as características técnicas das construções e o seu controlo de execução. Os Estados-membros têm ainda a possibilidade de, na sua regulamentação, determinar o nível de protecção em consonância com as exigências essenciais, desde que esses níveis não introduzam novos obstáculos ao comércio.

Nos produtos de construção, a aposição da marcação CE é a evidência dada pelo fabricante de que esses produtos estão conformes com as disposições das directivas comunitárias que lhes são aplicáveis, permitindo-lhes a sua livre circulação no Espaço Económico Europeu (EEE).

A aposição da marcação CE, como a figura 2.11 evidencia, é da responsabilidade do fabricante, seus agentes ou representantes autorizados estabelecidos no EEE, e deve ser aposta na sequência da aplicação dos mecanismos descritos na directiva ou directivas aplicáveis, complementados por decisões comunitárias. A marcação CE deve ser aposta de forma visível, facilmente legível e indelével, no próprio produto, num rótulo nele fixado, na respectiva embalagem ou nos documentos comerciais de acompanhamento.



Fig. 2.11 – Logótipo de Marcação CE [16]

A marcação CE não possui carácter voluntário e em paralelo com esta marcação podem também ser apostas marcas nacionais ou outras. Estas só poderão ser colocadas desde que não reduzam a visibilidade ou a legibilidade daquela e não induzam em erro quanto ao seu significado e grafismo.

Em termos de fiscalização de obras a existência de produtos com marcação CE simplifica a conformidade, pois caso não a tivessem poderiam necessitar de ser ensaiados.

2.2.5. NORMAS ISO

A ISO (Organização Mundial de Normalização) foi criada em 1947 e é uma federação mundial de organismos nacionais de normalização que congrega actualmente cerca de 175 países. A ISO aprova normas internacionais em todos os campos técnicos, excepto na electricidade e electrónica, cuja responsabilidade é da IEC (Comissão Internacional de Electrónica), fundada em 1906 [17].

Desde a sua fundação a ISO já publicou mais de 17500 normas, com âmbitos tão distintos como agricultura e construção, engenharia mecânica, medicina, ou mesmo as tecnologias de informação.

As normas que definem as políticas de qualidade e os procedimentos que devem ser seguidos para a obtenção da qualidade pretendida são as normas da série ISO 9000 (9000, 9001, 9004 e outras associadas). Estas normas foram inicialmente publicadas em 1994, tendo sido revistas em 2000 [12].

A actual ISO 9000 (ISO 9000:2000) define os aspectos fundamentais dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) e a terminologia associada.

A norma 9001 especifica os requisitos que devem cumprir os SGQ, incidindo sobre aspectos de documentação, política de qualidade e responsabilidades da direcção da empresa, processos de produção e metodologias de avaliação de resultados e incremento do desempenho.

A norma 9004 fornece directivas para as acções a desenvolver pela empresa vocacionadas para o incremento do desempenho e produtividade.

Os SGQ implementados com o auxílio destas normas são aplicáveis às empresas e não à qualidade intrínseca dos produtos ou serviços. As normas ISO 9000 não conferem uma qualidade superior a um produto/serviço, garantindo apenas que este apresentará sempre o mesmo padrão de qualidade e as mesmas características.

As empresas que decidirem certificar-se ao abrigo destas normas, contactando para tal um qualquer dos organismos referidos na secção 2.2.2, obterão certificados válidos por um período de três anos. Durante este período serão auditadas anualmente e, no final, serão alvo de uma auditoria para renovação do certificado.

As normas ISO 9000 assentam em oito princípios básicos para a melhoria do desempenho que se indicam e descrevem no quadro 2.4.

Quadro 2.4 – Princípios básicos para a melhoria do desempenho segundo a ISO 9000:2000 [12]

1 CONCENTRAÇÃO NO CLIENTE	As empresas e organizações dependem de e existem para os seus clientes e deverão compreender as suas necessidades, correntes e futuras, garantir as suas solicitações e esforçar-se em exceder as suas expectativas.
2 LIDERANÇA	Os líderes estabelecem unidade nos objectivos e evolução da empresa ou organização. Deverão criar e manter um ambiente interno em que permita às pessoas envolver-se totalmente na prossecução dos objectivos da empresa.
3 ENVOLVIMENTO DAS PESSOAS	As pessoas, a todos os níveis, são a essência de uma empresa e o seu envolvimento total garante que as suas capacidades sejam utilizadas em benefício da empresa.
4 ABORDAGEM POR PROCESSOS	Um resultado pretendido é atingido de forma mais eficiente quando as actividades e recursos associados são geridos como um processo.
5 ABORDAGEM SISTÉMICA DA GESTÃO	Identificar, compreender e gerir processos interrelacionados como sendo um sistema contribui para a eficiência da organização e eficiência para atingir os seus objectivos.
6 MELHORIA CONTÍNUA	Uma melhoria contínua do desempenho global da empresa deverá ser um objectivo permanente desta.
7 DECISÕES BASEADAS EM EVIDÊNCIAS	As decisões deverão ser sempre baseadas na análise de dados e informação.
8 RELAÇÕES DE BENEFÍCIO MÚTUO COM OS FORNECEDORES	Uma empresa e os seus fornecedores são interdependentes e uma relação com benefícios mútuos incrementa a capacidade de ambos em criar valor acrescentado.

No quadro anterior o campo 4 surge destacado na medida em que a norma ISO 9001:2000 preconiza um modelo de SGQ baseado em processos, como se representa na figura 2.12.



Fig. 2.12 – Abordagem por processos [7]

Numa abordagem por processos procura-se almejar a eficiência de toda a actividade produtiva, aglutinando as interacções entre as actividades individuais. Está subjacente a este tipo de abordagem uma focalização no cliente desde a primeira etapa do processo até ao seu encerramento e/ou reformulação.

A sequência lógica de uma abordagem por processos consiste nas seguintes etapas [12]:

1. Identificação pela direcção da empresa das necessidades do cliente;
2. Definição de recursos para dar resposta ao pedido do cliente e sua atribuição interna;
3. Definição concreta do produto em consonância com o cliente;
4. Entrega do produto ao cliente;
5. Análise do desempenho interno associado à realização do produto e auscultação da satisfação que o mesmo gerou no cliente;
6. Proposta à direcção de sugestões para melhoria do desempenho, centradas na redução dos custos, prazos e na adequação da qualidade do produto face às exigências e expectativas do cliente;
7. Análise crítica das sugestões de melhoria por parte da direcção e decisão da sua incorporação no processo produtivo seguinte.

Em termos de ferramentas necessárias para colocar em prática um SGQ destacam-se as seguintes [12]:

- Plano da Qualidade – documento que explica como a empresa pretende aplicar as políticas de qualidade que estabeleceu e define os objectivos e os modos de os atingir;
- Manual da Qualidade – documento que define a estrutura e estratégia de implementação do SGQ definido para cumprir o Plano da Qualidade;
- Procedimentos – documentos que descrevem como determinadas actividades ou processos devem ser executados. Para além da indicação dos *inputs* e *outputs* deverá incluir uma descrição dos objectivos a atingir, responsáveis, recursos humanos e materiais associados e documentação a preencher;
- Não conformidades – identificação de execução de actividades ou processos não correspondendo ao especificado no SGQ;
- Auditorias – avaliação periódica dos elementos e modo de utilização do SGQ com o intuito de verificar a satisfação dos requisitos definidos no Plano e Manual de Qualidade.

A atenção que os clientes e as empresas têm vindo a dedicar aos problemas relacionados com a qualidade pode ser analisada se atendermos à evolução recente do número de certificados de SGQ das empresas. Numa publicação recente da ISO, datada de Novembro de 2008, reproduz-se, entre outras, a evolução da implementação da norma ISO 9001:2000 desde 2003 até 2007.

Quadro 2.5 – Principais resultados da evolução das normas ISO 9001:2000 [adaptado de 18]

Implantação das Normas ISO 9001	Dez 2003	Dez 2004	Dez 2005	Dez 2006	Dez 2007
N.º de Certificados no Mundo	497.919	660.132	773.867	896.929	951.486
Crescimento Anual	330.795	162.213	113.735	123.062	54.557
N.º de Países / Economias	149	154	161	170	175
Nº de Certificados em Portugal	3.417	4.733	5.820	5.851	5.283

Da análise do quadro 2.5 depreende-se que a tendência mundial tem denotado um crescimento assinalável dos certificados ISO 9001:2000, verificando-se actualmente a quase duplicação dos valores registados em 2003. Percebe-se também que à medida que o número de certificados foi aumentando os incrementos anuais têm, de forma genérica, vindo a reduzir.

Em Portugal os números indiciam que há ainda muito a fazer no domínio da certificação das empresas, carecendo a diminuição do número de certificados de 2006 para 2007, em oposição à tendência mundial, de análise por parte do tecido empresarial. Mesmo atendendo à escala da nossa população e economia, a disparidade com os valores do nosso país vizinho é excessivamente acentuada, como atesta a figura 2.13.

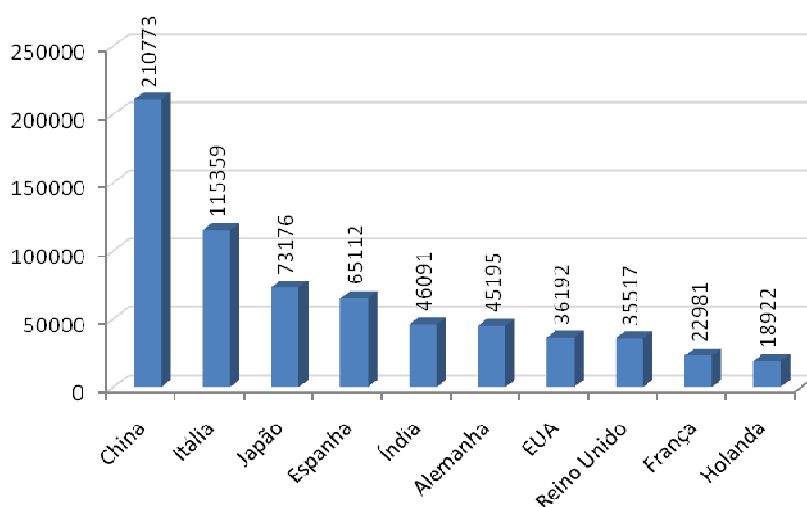


Fig. 2.13 – Os 10 países com mais certificados ISO 9001:2000 em 2007 [adaptado de 18]

2.2.6. A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

Na construção a qualidade pode ser percebida pelo desempenho e durabilidade dos empreendimentos face às exigências que estiveram na base da sua concepção e, posteriormente, da sua construção.

A qualidade de todos os serviços que estiveram associados ao empreendimento repercutir-se-á no produto final pelo que, para se poder garanti-la, haverá que respeitar as seguintes duas premissas básicas:

- Definição rigorosa das exigências conceptuais de projecto;
- Transposição integral das exigências de projecto para a fase de execução.

Ao nível do **projecto** um relatório do Bureau Securitas (França) permitiu dividir e quantificar as deficiências com origem no projecto, por custo de reparação, em quatro classificações: pormenorização deficiente, opções inadequadas, erros de cálculo e má selecção de materiais.

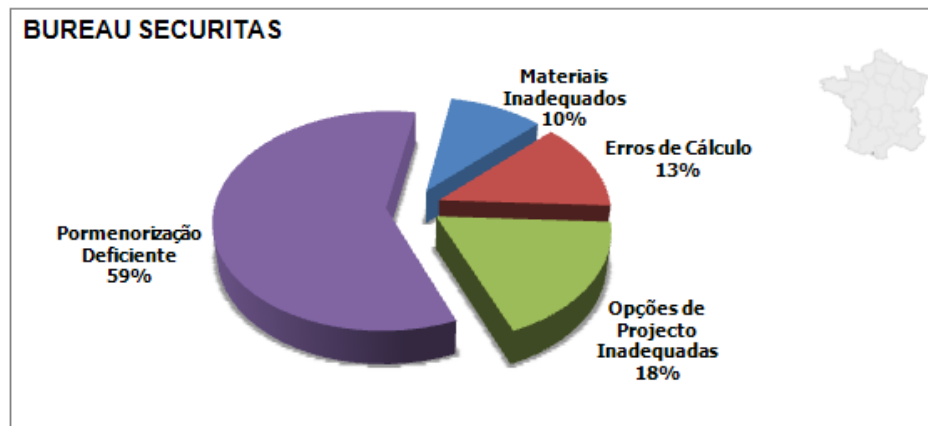


Fig. 2.14 – Deficiências com origem no projecto segundo Relatório do Bureau Securitas de 1980 [19]

O relatório resultou de um estudo levado a cabo entre 1968 e 1978 que, embora possa parecer desactualizado, identifica com precisão alguns dos problemas que se perpetuam na elaboração de projectos e persistem nos nossos dias, nalguns casos de forma até mais acentuada.

Na verdade, verifica-se que a necessidade de cada vez mais se conquistarem projectos ao mais baixo preço conduz, na generalidade dos casos, à impossibilidade de se definirem e elaborarem os pormenores de execução adequados. O facto de os prazos para elaboração do projecto serem, por norma, muito reduzidos implica também que as opções de projecto sejam, por vezes, mal seleccionadas e que não haja disponibilidade para estudar os materiais cujas características intrínsecas os tornariam mais adequados numa lógica de custo/qualidade.

Se em 1980 os métodos de cálculo eram menos informatizados e, como tal, mais falíveis, a realidade actual não é mais animadora, na medida em que se verifica o recurso a um conjunto diversificado de software informático de cálculo estrutural e de especialidades que não é, nalguns casos, alvo de revisão posterior. Os programas de cálculo estão tão desenvolvidos, e bem implementados, que muitos profissionais do sector desconhecem como funcionam verdadeiramente e têm dificuldades em fazer uma análise crítica dos resultados obtidos, contribuindo para a proliferação de erros e de soluções que encarecem a construção futura do projecto.

Para tentar contornar esta realidade podem elaborar-se as seguintes sugestões para melhoria de qualidade dos projectos, mormente dos de estruturas [19]:

- Certificação do software comercial de análise estrutural (LNEC) ou publicação de resultados de estruturas-modelo para validação de ferramentas por parte de produtores e utilizadores;
- Definição de modelos uniformizados para apresentação de Memórias Descritivas, Notas de Cálculo e Peças Desenhadas, incluindo fichas-resumo para monitorização aleatória dos projectos instruídos nas entidades licenciadoras e obtenção de estatísticas de desempenho;
- Exigência legal de Revisão de Projecto com nível de revisão associado à classe de risco.

Ao nível da **execução** salientam-se como premissas básicas para assegurar a conformidade entre o projectado e o executado os seguintes factores:

- Selecção de processos e técnicas construtivas adequadas;
- Garantir a qualidade dos materiais e componentes a incorporar na obra;

- Qualificar os recursos humanos para as diferentes tarefas a desempenhar em obra;
- Controlo de conformidade por meio de equipa de fiscalização.

Embora esta abordagem teórica pareça ser intuitiva e de aplicação fácil, a realidade recente mostra que a implementação de SGQ em empresas do sector da construção se tem revelado contida. Tal pode encontrar explicação se atendermos a que as normas ISO 9000 não têm aplicação específica para a construção, na medida em que os seus requisitos são genéricos e aplicáveis a todas as actividades.

Uma das particularidades desta indústria reside no baixo nível de automatização e repetição de processos que, aliado à grande quantidade de instrumentos e procedimentos, de alguma forma se transforma num impedimento à implementação dos conceitos e princípios da gestão da qualidade.

No entanto, o problema da falta de qualidade na fase de construção é mais abrangente e está associado à cultura das organizações, na forma como definem os critérios mais preponderantes para o exercício da sua actividade. Mesmo as empresas que se encontram certificadas ao abrigo das normas da série ISO 9000 revelam lacunas graves na transposição adequada das soluções de projecto para as execuções em obra, denotando que o processo de certificação é encarado apenas como “uma bandeira” e não como um verdadeiro instrumento de satisfação dos requisitos do cliente.

Analisando a generalidade dos empreiteiros nacionais da actualidade verifica-se que, na lógica como se organizam a maioria destas empresas, apenas atendem ao controlo do prazo e do custo das empreitadas. Este binómio de prioridades tem conduzido a uma progressiva quebra de produtividade e competitividade, evidenciando a necessidade de se atender de forma séria ao factor qualidade.

Só uma abordagem similar à esquematizada na figura 2.15, que coloca os problemas do controlo da qualidade a par com o controlo dos custos e dos prazos, estabelecendo assim um triângulo de prioridades, poderá tornar os empreiteiros nacionais competitivos face aos seus congéneres europeus e garantir a satisfação dos requisitos do cliente, vector essencial a atingir numa abordagem moderna da construção.

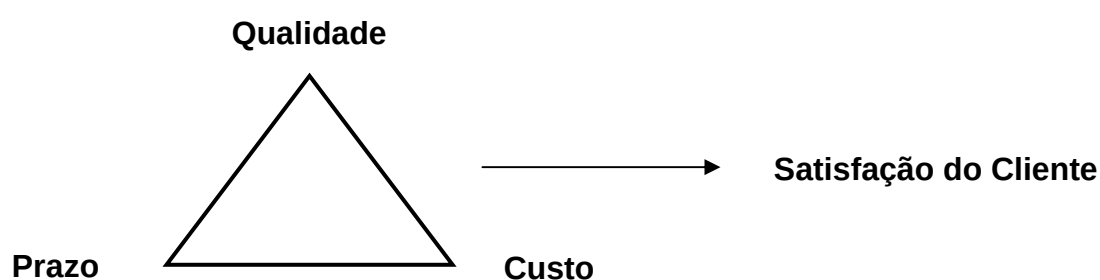


Fig. 2.15 – Ilustração dos parâmetros que deverão orientar o sector da construção

Para que as empresas do sector se organizem e modernizem de acordo com esta abordagem de controlo de qualidade, o papel da fiscalização de obra é fundamental e pode contribuir favoravelmente para uma mudança de mentalidades.

A fiscalização deverá ser contratada nas primeiras etapas do processo, antes de se iniciar a execução da obra, e a sua presença, muitas vezes dispensada em obras privadas, é essencial mesmo nas obras de pequena dimensão.

3

PERSPECTIVA INTEGRADA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA

3.1. BREVE HISTÓRIA DOS METAIS

Existem diversas publicações que abordam a evolução histórica dos metais, integrando-os com o próprio desenvolvimento das culturas e civilizações [20] [21]. Nesta secção pretende-se, com base nessas referências retratar de forma breve essa evolução, incluindo o momento e a forma em que estes foram introduzidos na construção.

3.1.1. IDADES DO COBRE, BRONZE E FERRO

Para realçar a fronteira entre a era moderna e a era neolítica (Idade da Pedra), os arqueólogos tiveram necessidade de classificar os estádios de desenvolvimento das civilizações em Idade do Cobre, Idade do Bronze e Idade do Ferro. Os povos que melhor dominavam as técnicas de processamento e extracção de metais foram os que se destacaram dos demais, tanto nas formas de trabalho como de batalha, dando assim origem aos grandes impérios que existiram.

Presume-se que o primeiro contacto com os metais se deu na era neolítica por volta de 6000 a 4000 AC associado ao uso de óxidos vermelhos (de ferro) em corantes para rituais, assim como os minerais azuis e verdes (de cobre) na Mesopotâmia e no Egipto. O ouro, a prata e o cobre foram os primeiros metais a serem descobertos, dado que existiam no seu estado nativo.

O cobre existia no solo em grande quantidade. Era facilmente martelado com o auxílio de pedras, o que lhe causava um certo endurecimento, convertendo-se depois em utensílios. Os trabalhos mais antigos do cobre datam de 6000 AC e foram descobertos no Médio Oriente, particularmente em redor de Ur. Hoje crê-se que, mais por acidente do que por intenção, foi produzida uma liga de cobre e estanho, surgindo assim o bronze por volta de 3000 anos AC na Suméria. Esta liga era mais dura e mais resistente que o cobre, e mais apta a ser vazada em moldes, originando produtos de melhor impressão.

Como a proporção de cobre e estanho era crítica (entre 1% e 10% de estanho) e os minérios de estanho não eram tão abundantes e bem distribuídos como os de cobre, em certos lugares, como no Egipto, a Idade do Cobre prolongou-se até mais tarde. Os Egípcios começaram tarde na manufactura do bronze (obtido de Tróia e Creta) mas dominaram uma técnica de vazamento em moldes muito avançada. Este período, denominado Idade do Bronze, estendeu-se até à Era Romana.

Na China, por volta de 2000 AC, é descoberto um novo metal, o ferro. Este não ocorre no estado nativo e pensa-se mesmo que as primeiras formas de ferro a serem usadas pelo Homem Primitivo provieram de meteoritos (o ferro encontrado possuía quantidades significativas de níquel, característica do ferro meteórico). Este ferro era trabalhado de forma idêntica ao ouro, prata e cobre, só que tinha a particularidade de ser mais duro. O seu preço era elevado devido à sua raridade. Só mais tarde é que o ferro foi usado com maior abundância, quando se descobriu como extraí-lo do seu minério.

O ferro começou por ser aquecido em fornos primitivos abaixo do seu ponto de fusão, separando-se a "ganga" (impurezas com menor ponto de fusão), a qual se deslocava para a superfície sendo removida sob a forma de escória, restando a esponja de ferro, a qual era trabalhada na bigorna, obtendo-se as ferramentas e utensílios existentes naquela altura (2500 a 500 AC).

Só quando se desenvolveram técnicas de tratamento térmico do ferro (contendo carbono) é que se conseguiram produtos fortes e resistentes. A têmpera foi desenvolvida pelos Gregos e pelos Romanos e os produtos endurecidos tinham vantagens que se reflectiam nas vitórias militares contribuindo para a edificação de Impérios. Por volta de 400 AC, os Gregos desenvolveram um tratamento térmico denominado revenido, que consistia em aquecer o metal a uma temperatura conveniente tornando-o menos frágil. Com a sua aplicação melhoraram a produção de pontas de lanças e espadas. Deste modo, o ferro tornou-se cada vez mais importante na vida do Homem e na sua Cultura.

No período que se seguiu à queda do Império Romano, o mundo assistiu a uma crescente produção de ferro, tendo-se desenvolvido na Espanha a Forja Catalã, como se observa na figura 3.1, que veio a dominar todo o processo de obtenção de ferro e aço durante a Idade Média, espalhando-se notoriamente pela Alemanha, Inglaterra e França.

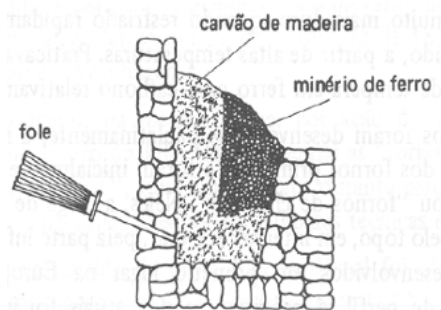


Fig. 3.1 – Forja Catalã [22]

O progresso técnico mais importante na história da indústria siderúrgica foi a invenção das Forjas Altas, que foram as precursoras do alto-forno, desenvolvidas gradualmente a partir da forja para fiar o ferro e datado do século XV. A figura 3.2 ilustra um exemplo de Forja Alta. As altas paredes desse alto-forno rudimentar impediam que o lingote fosse retirado por cima, obrigando a partir as próprias paredes e a remover a massa de ferro, reconstruindo-se o forno em seguida para receber outra carga.



Fig. 3.2 – Forja Alta [23]

Com estas forjas descobriu-se um metal ferroso em forma líquida – o ferro fundido. Este era usado para fabricar todo o tipo de objectos (caçarolas para cozinhar, balas de canhão, canos, etc.) e permitiu uma maior produção de ferro, através de refinação.

O alto-forno a carvão mineral apareceu por volta de 1630 e o processo de refinação do ferro chamado pudlagem foi patenteado na Inglaterra em 1781 por Henry Cort. Entretanto, o grande impulso ao desenvolvimento da siderurgia ocorreu com o advento da tracção a vapor e o surgimento das ferrovias, a primeira das quais inaugurada em 1827.

3.1.2. A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O AÇO NA CONSTRUÇÃO

Uma das descobertas que contribuiu para melhorar o processo de produção industrial foi a da utilização do carvão de pedra para redução do minério de ferro. Tal permitiu que a localização dos complexos siderúrgicos se tornasse independente da localização das florestas fornecedoras do carvão de lenha, ditando, por privilégios geológicos, o pioneirismo da Grã-Bretanha na medida em que possuía, em territórios economicamente próximos, jazidas de minério de ferro e de carvão de pedra. Nesta fase, aurora da Revolução Industrial, este país foi considerado a oficina mecânica do Mundo.

A expansão da Revolução Industrial modificou totalmente a metalurgia e vida das pessoas. O uso de máquinas a vapor para injeção de ar no alto-forno, laminares, tornos mecânicos e o aumento de produção transformaram o ferro e o aço no mais importante material de construção.

Em 1786, três cientistas franceses (Berthollet, Monge e Vandermonde) definiram a natureza da relação Ferro/Ferro Fundido/Aço, em função do conteúdo de carbono, correspondendo uma quantidade de menos de 0,10% deste no ferro, entre 0,10 e 2% no aço e entre 2,5 e 6% no ferro fundido. Actualmente o termo ferro já não é usado, tendo sido substituído por aço de baixo carbono.

No final do século XVIII, por ocasião do que se convencionou chamar de Primeira Revolução Industrial, o ferro, entre outros produtos industriais, surgiu como um material em condições de competir com os materiais de construção conhecidos e sacralizados até então, no que se refere a preço e outras qualidades.

O ferro esteve presente, a princípio timidamente e posteriormente com mais intensidade, como material de construção de uso considerável, a ponto de se falar em uma arquitectura do ferro. Esta arquitectura existiu nos países europeus que se desenvolveram com a Revolução Industrial, nos Estados Unidos da América do Norte, e manifestou-se praticamente em todo o mundo durante o século XIX.

Com o aparecimento das ferrovias surgiu a necessidade de se construírem numerosas pontes e estações ferroviárias, tendo sido estas as duas primeiras grandes aplicações do ferro nas construções. As pontes metálicas eram feitas inicialmente com ferro fundido, depois com aço forjado e posteriormente passaram a ser construídas com aço laminado.

Na realidade, não se deve atribuir somente às potencialidades plásticas do ferro fundido, nem às possibilidades estruturais do aço, o teor revolucionário do novo material. O que o ferro tinha de mais surpreendente era a sua escala de produção industrial, que se contrapunha a todo um processo de execução das construções até então.

Em 1779, construiu-se a primeira ponte de ferro, em Coalbrookdale, Inglaterra, cuja fotografia se reproduz na figura 3.3, e em 1787, o primeiro barco de chapas de ferro. No entanto, nenhum dos novos usos do ferro contribuiu de maneira mais decisiva para o desenvolvimento da indústria siderúrgica do que os caminhos-de-ferro.



Fig. 3.3 – Ponte em Coalbrookdale [24]

Em 1830, entra em operação a linha Liverpool-Manchester. O auge da actividade de construção ferroviária deu-se em 1847, quando a construção de 10.000km de linhas de caminho de ferro estava em andamento. Por volta da década de 1850, este período havia passado, e a estrutura básica da rede ferroviária britânica havia já sido estabelecida.

Uma vez concluída a sua rede ferroviária, a Grã-Bretanha passou a construir cada vez menos, enquanto crescia a construção de ferrovias no resto da Europa, e nos demais continentes, com destaque para os Estados Unidos que, na década de 1870, construiu 51.000 milhas de estradas de ferro, o que representava tanto quanto havia sido construído, na mesma época, no resto do mundo.

Em termos de obras notáveis de estrutura metálica destacam-se a Britannia Bridge (Inglaterra), construída em 1850 em viga caixão, o Palácio de Cristal (Londres), construído para albergar a Grande Exposição de 1851, a Brooklyn Bridge (Nova Iorque), construída em 1883, e a Torre Eiffel (Paris), construída em 1889 e com 312m de altura.

Mais tarde surge o Empire State Building (Nova Iorque), construído em 1933 e com 380m de altura, a Golden Gate Bridge (São Francisco), construída em 1937, e o World Trade Center (Nova Iorque), construído em 1972 e com 410m de altura (110 andares).

De um momento para o outro, os Estados Unidos tinham deixado todo o mundo para trás. Produziram ferro com relativa abundância a partir de meados do século XIX, e já conheciam e utilizavam os

modelos (estruturas em ferro fundido) criados para resolver os problemas de riscos de incêndio em fábricas de tecido inglesas.

Na década de 1880-90 a produção dos altos-fornos dos Estados Unidos tornou-se a maior do mundo, e antes de 1900 a produção de aço norte-americana ultrapassou a da sua rival mais próxima, a Alemanha. Desde aquela data as indústrias siderúrgicas do continente norte-americano ampliaram-se num ritmo extraordinário.

Em 1957, os Estados Unidos e o Canadá produziram, conjuntamente, 36,6% do ferro gusa e 36,5% do aço bruto do mundo. O rival mais próximo, a União Soviética, produziu consideravelmente menos da metade desse total.

3.1.3. O AÇO NOS DIAS DE HOJE

3.1.3.1. Fabrico do Aço

Actualmente o aço é produzido através de dois processos básicos – a partir de matérias-primas (minério de ferro, calcário e coque) em alto-forno, ou a partir de sucata em forno eléctrico de arco. Cerca de 60% do aço produzido nos dias de hoje é feito pelo primeiro processo, representado na figura 3.4, também conhecido por processo integrado.

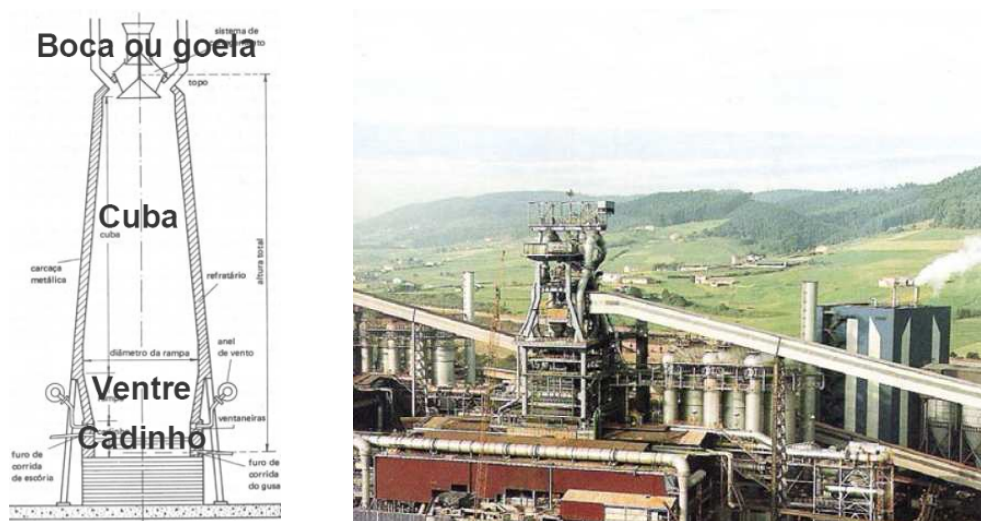


Fig. 3.4 – Exemplo de um alto-forno actual em corte e fotografia [22]

A produção do aço em alto-forno utiliza entre 25% a 35% de aço reciclado enquanto que na produção do aço em forno de arco eléctrico essa percentagem é aproximadamente de 95%. A produção em forno de arco eléctrico é, por consequência, mais fácil e mais rápida.

De acordo com a figura 3.5, depois de transformada a matéria-prima o aço fundido é vazado e solidificado num sistema de rolos contínuo. Assim se produzem os chamados produtos semi-acabados. Estes produtos podem ser placas (ou chapas), que possuem um perfil transversal rectangular, ou barras de ferro ou lingotes, que têm um perfil transversal quadrado.

Por fim, estes produtos semi-acabados são transformados, ou “laminados” em produtos acabados. Alguns deles são transformados a quente, na chamada laminagem a quente. Mais de metade da chapa que foi laminada a quente é subsequentemente laminada à temperatura ambiente (laminagem a frio).

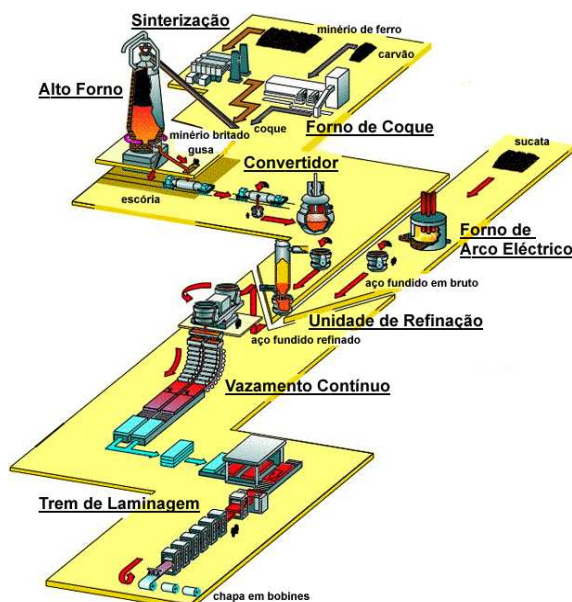


Fig. 3.5 – Fabrico do aço e seus produtos [23]

3.1.3.2. Aplicações do Aço na Actualidade

Em termos genéricos pode referir-se que as principais aplicações das estruturas de aço na actualidade correspondem a:

- pontes ferroviárias e rodoviárias;
- edifícios industriais, comerciais e residenciais;
- hangares, garagens e estações;
- coberturas de grandes vãos em geral, torres de transmissão e sub-estações e torres para antenas;
- chaminés industriais;
- plataformas *off-shore*;
- construção naval;
- construções hidromecânicas;
- silos industriais;
- guindastes e pontes-rolantes;
- instalações para exploração e tratamento de minério;
- parques de diversões.

Ao nível da construção o aço desempenha um papel estrutural mas também de revestimento.

Na óptica estrutural o aço pode ser utilizado individualizadamente nas estruturas de edifícios, como a figura 3.6 evidencia, e noutros tipos de estruturas, ou combinado com o betão nas peças de betão armado, conferindo-lhe resistência suplementar aos esforços. Diversos elementos de aço são também usados para transportar e armazenar água, gás e outros líquidos.

Ao nível dos revestimentos de edifícios, o aço desempenha também papel de destaque no revestimento de fachadas e coberturas.

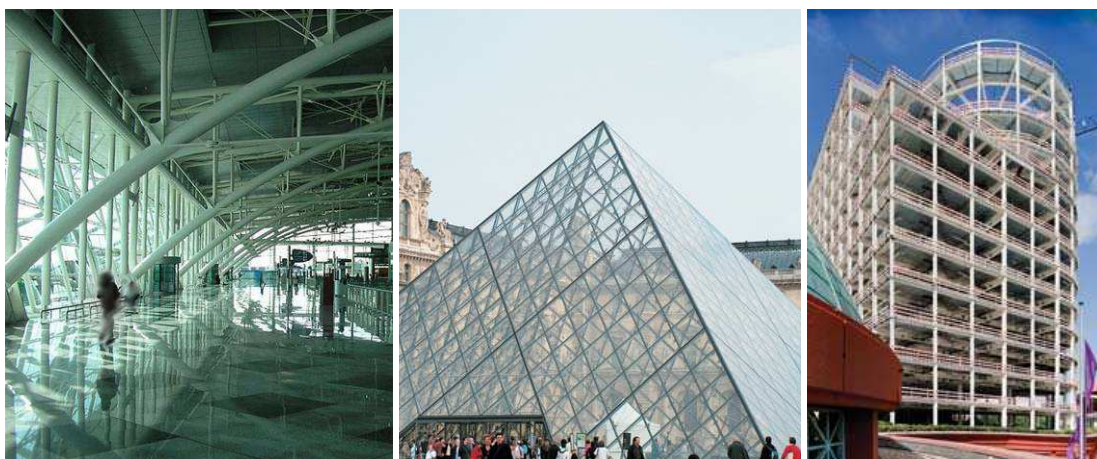


Fig. 3.6 – Exemplos de estruturas metálicas interessantes: Aeroporto do Porto [25], Pirâmide do Museu do Louvre em Paris [26], Torre Oriente sobre o Centro Comercial Colombo em Lisboa [26]

Quando o aço é utilizado nas estruturas, normalmente apelidadas simplesmente de estruturas metálicas, entende-se que estas são constituídas por associação de peças metálicas ligadas entre si por meio de conectores ou soldaduras. As secções destas peças metálicas estão condicionadas pela capacidade dos laminadores durante o seu processo de fabrico e o comprimento máximo é ditado pelos transportes disponíveis. Os conectores mais usados actualmente são os parafusos, que se complementam com as porcas e anilhas, uma vez que os rebites caíram em desuso, sendo apenas solução para intervenções de reabilitação em estruturas antigas.

3.2. O MERCADO ACTUAL DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

3.2.1. CONSUMO DE AÇO PARA A CONSTRUÇÃO

A *European Convention for Constructional Steelwork (ECCS)* reúne-se todos os anos em Setembro para analisar os consumos de aço usados em estruturas na Europa pelos vários membros. Estes valores dizem respeito apenas à parte do aço consumido respeitante ao sector da construção.

Os dados disponíveis actualmente foram compilados [26] através de estudos e contactos com os intervenientes no mercado (produtores, armazenistas e fabricantes) nos vários países representados na ECCS e encontram-se dispostos no gráfico da figura 3.7.

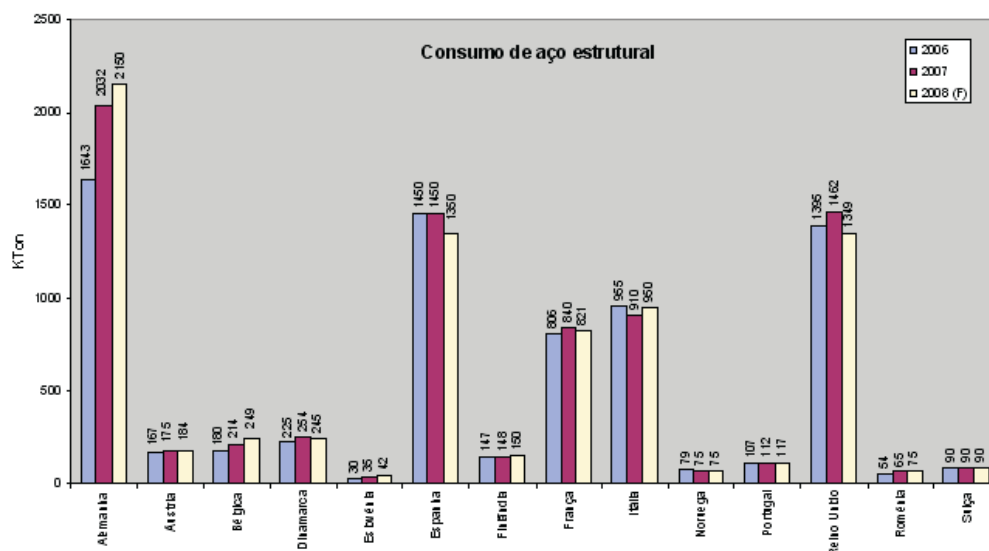


Fig. 3.7 – Consumo de aço estrutural por país da ECCS [26]

Dos cinco maiores consumidores de aço a nível europeu – Alemanha, Espanha, Reino Unido, França e Itália – que representam 68% do consumo total, só esta última apresentou um défice no crescimento. No entanto, os valores para 2008 correspondem a previsões que, em função da recente crise mundial, deverão ser este ano revistos em baixa.

Em Portugal o consumo continua em crescimento, muito em parte pela crescente aposta nos edifícios comerciais e na internacionalização das empresas para mercados emergentes (leste da Europa, Norte de África e Angola).

O consumo *per capita* português, apresentado no quadro 3.1, indica que ainda há muito trabalho a fazer, particularmente na mudança de mentalidade dos decisores em relação aos métodos e materiais tradicionalmente usados na construção.

Quadro 3.1 – Ranking do consumo total e *per capita* [26]

País	Consumo total em 2007 (Kton)
Alemanha	2032
Reino Unido	1462
Espanha	1450
Itália	910
França	840
Dinamarca	254
Bélgica	214
Áustria	175
Finlândia	148
Portugal	112
Suiça	90
Noruega	75
Roménia	65
Eslovénia	35

País	População (Mhab)	Consumo "per capita" em 2007 (Kg/hab)
Dinamarca	5,5	46,2
Espanha	46,0	31,5
Finlândia	5,3	27,9
Alemanha	82,2	24,7
Reino Unido	61,4	23,8
Bélgica	10,0	21,4
Áustria	8,2	21,3
Eslovénia	2,0	17,5
Noruega	4,7	16,0
Itália	59,4	15,3
França	64,3	13,1
Suiça	7,5	12,0
Portugal	10,6	10,6
Roménia	22,3	2,9

3.2.2. PRODUÇÃO DE AÇO

Durante o ano de 2008 a *Worldsteel Association* publicou um estudo estatístico sobre a produção mundial do aço, resumido no quadro 3.2, que indicava um crescimento em 2007 de 7,43%.

Ano	Produção mundial de aço bruto (Mton)
1970	595
1975	64
1980	717
1985	719
1990	770
1995	752
1996	750
1997	799
1998	777
1999	789
2000	848
2001	850
2002	904
2003	970
2004	1069
2005	1147
2006	1251
2007	1344

Quadro 3.2 – Evolução da produção mundial de aço bruto [26]

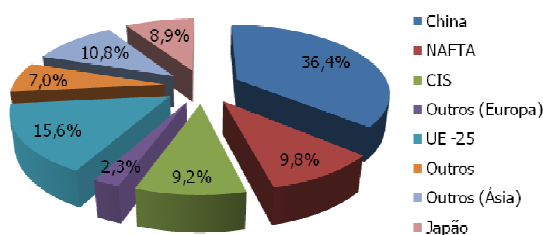


Fig. 3.8 – Distribuição mundial da produção de aço por zonas em 2007 (total de 1344×10^6 ton) [26]

Como se observa na figura 3.8 a China continua a ser o país que mais aço produz, com 489,2 Mton, representando 36,4% da produção mundial.

No que se refere às exportações, de acordo com o quadro 3.3, o *ranking* é ocupado em primeiro lugar pela China, estando a Europa dos 25 (UE-25) a ocupar a terceira posição. O país da UE que mais exporta é a Alemanha. Nos importadores os países membros da NAFTA (EUA, Canadá e México) são os que mais consomem produtos de aço do exterior. Se analisarmos o parâmetro das exportações líquidas (exportação-importação = EI) a China lidera com 32,6 Mton, sendo a Bélgica e Luxemburgo os países europeus com maior EI. A UE-25 aparece com um défice de -5,1 Mton, o que traduz uma dependência das importações. O país mais dependente das importações, com um EI de 32,6 Mton, são os EUA.

Quadro 3.3 – *Ranking* dos países exportadores e importadores de aço [26]

Posição	Total de Exportações	
1	China	51,7
2	Japão	34,6
3	UE 25	32,4
4	Russia	31,5
5	Ucrânia	30,6
6	Alemanha	29,2
7	Bélgica - Luxemburgo	24,6
8	França	18,8
9	Coreia do Sul	18,0
10	Itália	17,1
11	Brasil	12,6
12	Taiwan	10,6
13	Holanda	10,2
14	EUA	9,6
15	Turquia	9,2
16	Reino Unido	8,5
17	Índia	6,9
18	Espanha	6,8
19	Áustria	6,5
20	Canadá	6,1

Posição	Total de Importações	
1	NAFTA	42,6
2	EUA	42,2
3	UE 25	37,5
4	Alemanha	24,4
5	Itália	23,9
6	Coreia do Sul	22,4
7	China	19,1
8	Bélgica - Luxemburgo	17,0
9	França	16,9
10	Espanha	14,2
11	Turquia	12,3
12	Canadá	11,0
13	Tailândia	10,8
14	Taiwan	10,6
15	Reino Unido	8,9
16	Holanda	8,3
17	México	8,2
18	Irão	7,6
19	Emirados Árabes Unidos	6,7
20	Polónia	6,4

Existem milhares de usos diferentes para o aço, desenhados para satisfazer as necessidades finais dos usuários, muitos deles desenvolvidos nos últimos dez anos.

Tal como se observa na figura 3.9 cerca de 50% do aço é usado na construção e 40% em produtos para maquinaria industrial, automóvel e produtos metálicos.

Em 2007 a produção mundial foi realizada em 66,3% através de alto-forno, baseado no minério de ferro, 31,2% através de forno de arco-eléctrico, baseado em sucata de ferro, e 2,5% através de forno “open-hearth”, utilizado somente na Letónia, visto ser um processo desvantajoso em termos ambientais e económicos.

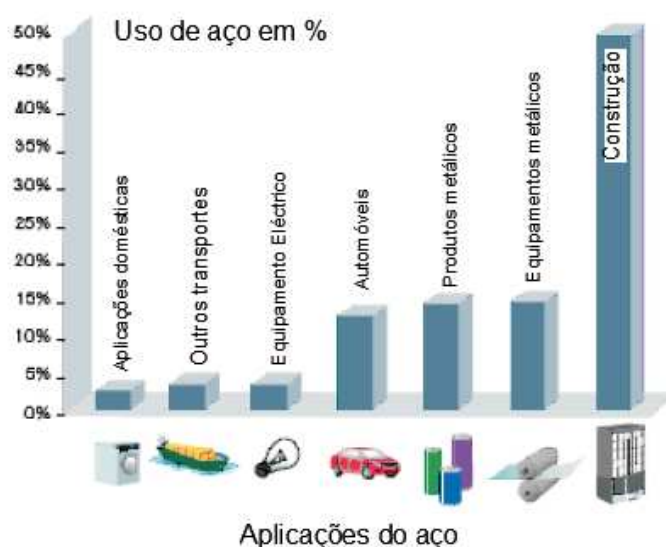


Fig. 3.9 – Aplicações do aço por actividade no ano de 2007 [26]

3.3. SUSTENTABILIDADE DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

O Desenvolvimento Sustentável pode ser encarado como uma forma de desenvolvimento que assegura a satisfação das necessidades da geração actual sem comprometimento das necessidades das gerações vindouras. A aplicação dos princípios do Desenvolvimento Sustentável ao ciclo global da construção conduz à Construção Sustentável, fazendo-se sentir desde a extracção das matérias-primas, passando pelo planeamento, projecto e construção de edifícios e infra-estruturas, até à sua demolição final e gestão dos resíduos dela resultantes [27].

A indústria da construção desempenha um papel fundamental nos objectivos do Desenvolvimento Sustentável, não só pela sua contribuição para a economia global como também pelos seus impactos significativos, tanto em termos ambientais como em termos sociais. A este respeito podem salientar-se os seguintes aspectos [28]:

- A construção é o maior sector industrial na Europa (10-11% do PIB) e nos Estados Unidos da América (12%), representando nos países em desenvolvimento aproximadamente 2-3%;
- O sector da construção providencia 7% do emprego mundial (28% do emprego industrial);
- O sector da construção consome 50% de todos os recursos extraídos da crosta terrestre;

- Os edifícios e o sector da construção consomem 25-40% de toda a energia utilizada (países da OCDE);
- O ambiente construído é a maior fonte de gases com efeito de estufa (GHG) na Europa e contribui para aproximadamente 40% das emissões de GHG a nível mundial;
- A construção e os resíduos resultantes da demolição contribuem para 30-50% dos resíduos totais produzidos nos países mais ricos.

Nos dias de hoje o aço é identificado como um material “amigo do ambiente” devido essencialmente ao seu potencial de reciclagem, conforme representado na figura 3.10. Se atendermos a que das 1344 Mton de aço produzidas em 2007, 482 Mton foram obtidas por reciclagem de sucata, facilmente se compreende que o aço é actualmente um material estrutural com notável desempenho sustentável.



Fig. 3.10 – Ciclo de vida do aço [27]

Sabe-se também que por cada Kg de aço produzido através do processo de alto-forno consomem-se, em termos de energia primária, 28,97 MJ e, em termos de emissões de CO₂, são produzidos 2,45 Kg. O processo do forno de arco eléctrico possui melhor eficiência ambiental, reduzindo os valores para 9,50 e 0,44, respectivamente, e produz também menos resíduos. Os gráficos seguintes evidenciam esta realidade.

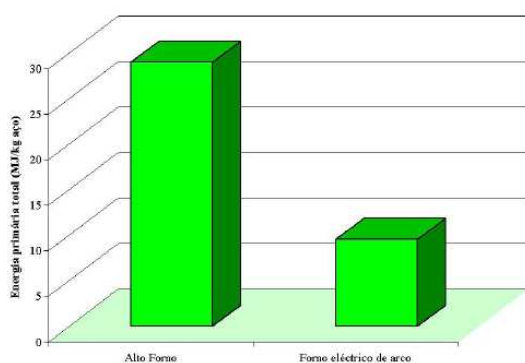


Fig. 3.11 – Energia primária consumida por processo [27]

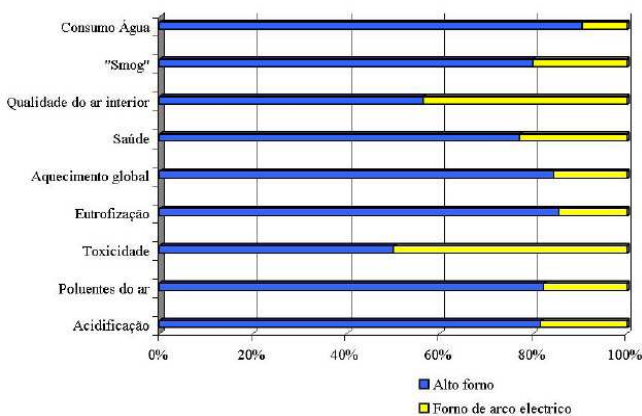


Fig. 3.12 – Impactos ambientais [27]



Fig. 3.13 – Separação do aço [29]

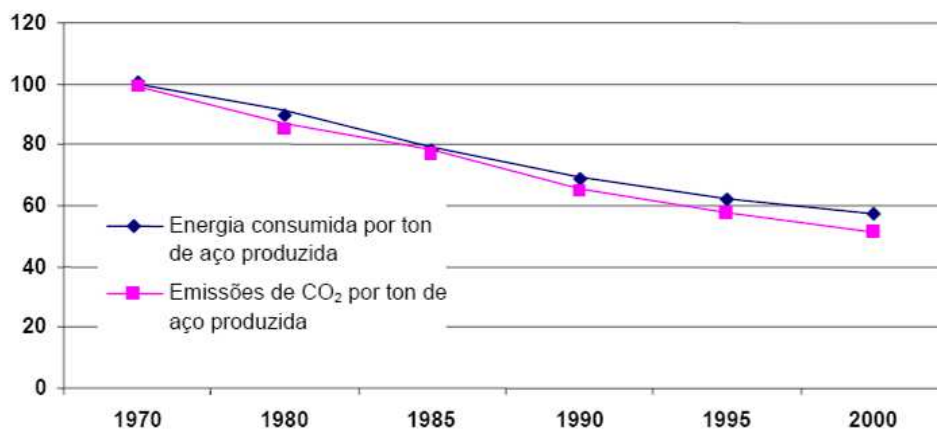


Fig. 3.14 – Latas para reciclagem [29]

Para que o processo de fabrico do aço seja continuamente alimentado é necessário que exista sucata seleccionada em quantidades suficientes. Tal consegue-se devido às propriedades magnéticas do aço, que lhe permitem ser separado com bastante facilidade dos resíduos e dos lixos domésticos.

A principal vantagem do aço, como evidencia a figura relativa ao seu ciclo de vida, é que este pode ser reciclado indefinidamente sem perder quaisquer qualidades.

A evolução técnica levada a cabo pela indústria de produção do aço na União Europeia, entre 1970 e 2000, permitiu também reduzir consideravelmente os consumos de energia e as emissões de CO₂.

Fig. 3.15 – Consumos de energia e emissões de CO₂ na EU de 1970 a 2000 [28]

Apesar do esforço já desenvolvido apontam-se novas metas para tornar o processo de produção do aço mais sustentável, podendo sugerir-se as seguintes medidas a desenvolver:

- Infra-estruturas com eficiência energética elevada (ex. processos de combustão mais eficientes, optimização do processo de reaquecimento dos fornos, etc.);
- Reciclagem de produtos (ex. resíduos plásticos, pneus utilizados, etc.);
- Reutilização de gases (ex. uso do gás proveniente do forno de coque ou alto forno como combustível para fornos de aquecimento ou como fontes de energia);

- Utilização de co-produtos como matérias-primas na indústria do aço ou em outras indústrias (ex. aproveitamento de escórias na construção de estradas ou na produção de cimento);
- Utilização de aços com resistência elevada;
- Investigação e desenvolvimento contínuos em tecnologias mais amigas do ambiente.

No entanto, não são só os benefícios ambientais do aço que contribuem para os objectivos da construção sustentável. As estruturas metálicas apresentam características intrínsecas que lhes permitem ser englobadas nos tipos de estruturas que se coadunam com a construção sustentável [29] [30]:

- As estruturas metálicas são construídas rapidamente, evitando a manutenção prolongada dos estaleiros e a produção de resíduos daí decorrentes;
- A pré-fabricação das estruturas contribui também para a minimização do período de fixação de estaleiros;
- A construção de estruturas metálicas minimiza os níveis de poluição e de ruído no estaleiro da obra;
- As componentes das estruturas metálicas são entregues na obra na altura da sua montagem, não havendo desperdícios resultantes da mistura de componentes em obra;
- O revestimento dos edifícios com painéis pré-fabricados e/ou vidros não obriga à execução de cofragens, diminuindo a utilização de madeira em obra;
- Os resíduos gerados durante a construção são reduzidos ao mínimo, e são, na sua maior parte, recicláveis;
- Facilitam a colocação de materiais de isolamento, contribuindo para uma melhor eficiência energética do edifício;
- A maior leveza das estruturas metálicas reduz o impacto das estruturas no solo de fundação, permitindo reduzir os consumos de betão nas fundações directas e indirectas.

4

CONHECIMENTO TECNOLÓGICO

4.1. ESTRUTURAS DE AÇO

4.1.1. TIPOS DE PERFIS METÁLICOS

O aço é aplicado na construção sob a forma de diversos perfis.

Os perfis de aço dividem-se em quatro tipos cuja definição se relaciona com o processo de fabrico, destacando-se:

- Perfis Laminados;
- Perfis Conformados a Frio;
- Perfis Reconstruídos;
- Perfis Tubulares.

4.1.1.1. Perfis Laminados

Os perfis são obtidos a partir da laminação de blocos de aço. O bloco é colocado em fornos de reaquecimento e, em seguida, introduzido no laminador, adquirindo a sua forma final através de uma sucessão de passes em cilindros conformadores.

Os perfis laminados mais utilizados em edifícios são os perfis I, H e U, com abas paralelas, que permitem melhores soluções de ligações e encaixes.

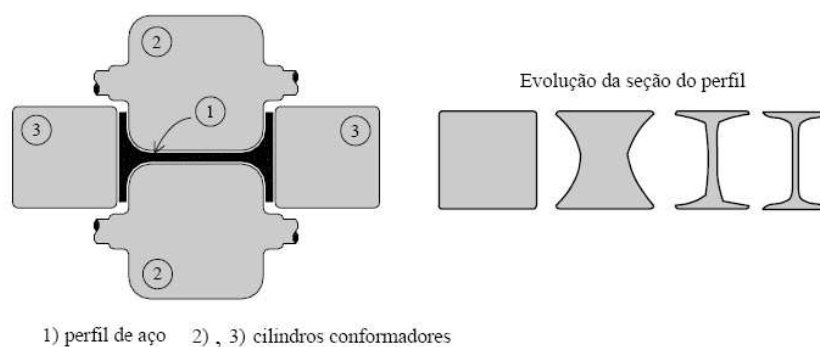


Fig. 4.1 – Evolução da secção do perfil [24]

Tipos de secções transversais:

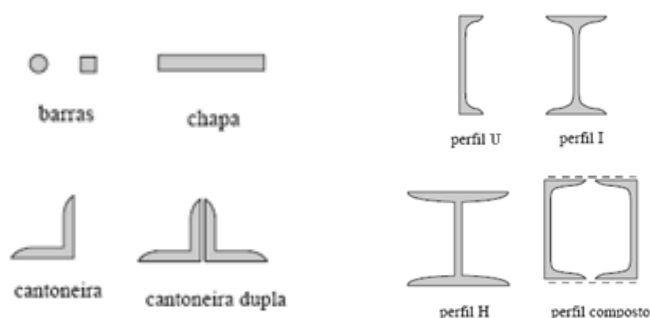


Fig. 4.2 – Tipos de secções transversais em perfis laminados [24]

4.1.1.2. Perfis Conformados a Frio

São perfis obtidos pela dobragem a frio de chapas. Os perfis conformados a frio distinguem-se dos laminados por terem paredes mais delgadas e por as dobras possuírem raios de curvatura. Todas as paredes de um perfil conformado a frio têm uma espessura constante. Ainda que os perfis conformados a frio sejam aplicados em estruturas de pequena dimensão (sobrelojas, em moradias, divisórias, etc.), possuem como vantagens importantes em relação aos perfis laminados um custo inferior e o facto de poderem ter secções muito diversas e complexas.

Os perfis conformados a frio podem ser fabricados de forma descontínua, através de conformação com quinadeira ou por dobragem, ou contínua, através de conformação por rolos.

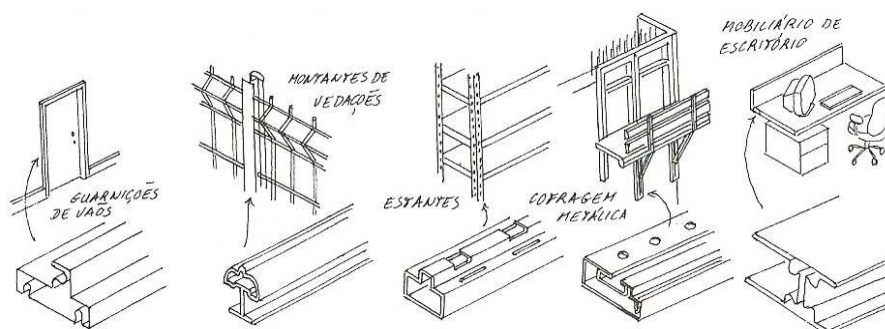


Fig. 4.3 – Exemplos de aplicações de perfis conformados a frio [31]

4.1.1.3. Perfis Reconstruídos

São perfis cuja secção varia tendo, por isso, de ser fabricados peça a peça.

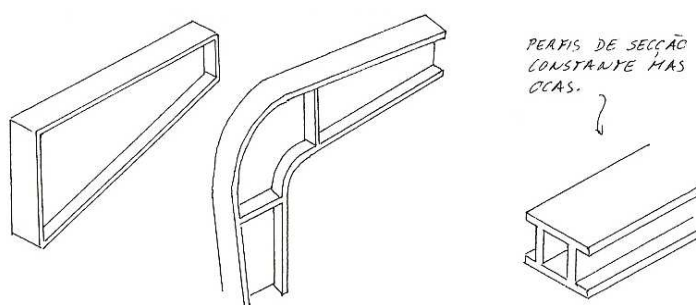


Fig. 4.4 – Perfis reconstruídos [31]

4.1.1.4. Perfis Tubulares

Na construção são também utilizados perfis tubulares, embora não tão predominantes como os perfis acima referidos. Para produzir estes perfis a chapa é laminada a quente e, posteriormente, conformada a frio. Para fechar a secção executa-se uma soldadura longitudinal, por indução de alta frequência, removendo-se as rebarbas no exterior da costura. No final faz-se um reaquecimento num forno a 1100°C com conformação final e redução de tensões.

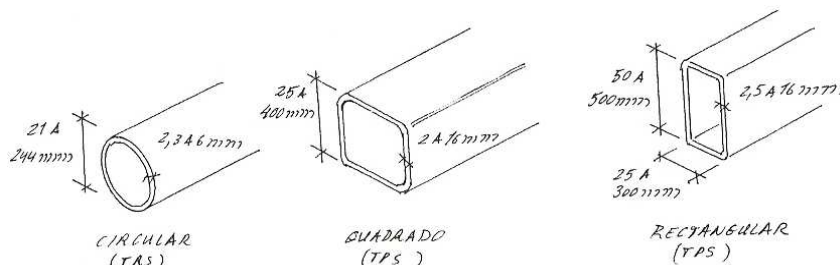


Fig. 4.5 – Perfis tubulares [31]

4.1.2. TIPO DE AÇOS ESTRUTURAIS

Os aços correntes para elementos estruturais variam consoante as suas propriedades mecânicas (determinadas a partir de ensaios de tracção, ensaios de choque e, ocasionalmente, ensaios de dobragem) e a sua composição química, como podemos verificar nos quadros 4.1 e 4.2.

Quadro 4.1 – Valores nominais da tensão de cedência f_y e da tensão de rotura f_u , para aços correntes de acordo com a EN 10025-2 [32]

Designação	Qualidade	Tensão de cedência f_y e tensão de rotura f_u em N/mm ²				Alongamento mínimo em % (2) ($L_0 = 5,65/S_0$)			Energia absorvida mínima no ensaio de choque (J) (3)	
		Espessura nominal em mm				Espessura nominal em mm			Temperatura °C	10<=15
		t<=40		40<t<=80		3<t<=40	40<t<=63	63<t<=100		
		f_y	f_u	f_y	f_u					
S235	JR	235	360	215	360	26	25	24	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
S275	JR	275	430	255	410	22	21	20	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
S355	JR	355	510	335	470	22	21	20	20	27
	JO								0	27
	J2								-20	27
	K2								-20	40
S450		440	550	410	550					
(1) Os valores apresentados neste quadro são valores de referência. Para detalhes consultar a norma EN10025.										
(2) Os valores apresentados neste quadro são aplicáveis a provetes longitudinais para o ensaio de tracção. Para chapas, chapas largas e produtos longos de largura maior ou igual a 600 mm utilizam-se provetes transversais e o alongamento mínimo deve ser inferior a 2%.										
(3) Para espessuras inferiores a 10 mm a energia mínima absorvida no ensaio de choque deve deduzir-se da figura 1 da norma EN10025.										

Quadro 4.2 – Composição química a que têm de obedecer os aços correntes de acordo com a EN 10025-2 [32]

Designação	Qualidade	Cem % máx. Para espessuras nominais t em mm			Mn% Máx.	Si% Máx.	P% Máx.	S% Máx.	N% Máx.	Máx. CEV para espessuras nominais em mm	
		t ≤ 16	16 < t ≤ 40	t > 40						t ≤ 40	40 < t ≤ 150
S235	JR	0.17	0.20	0.17	1.40	-	0.045	0.045	0.007	0.35	0.38
	JO	0.17	0.17	0.17	1.40	-	0.040	0.040	0.009	0.35	0.38
	J2	0.17	0.17	0.17	1.40	-	0.035	0.035	-	0.35	0.38
S275	JR	0.21	0.21	0.22	1.50	-	0.045	0.045	0.009	0.40	0.42
	JO	0.18	0.18	0.18	1.50	-	0.040	0.040	0.009	0.40	0.42
	J2	0.18	0.18	0.18	1.50	-	0.035	0.035	-	0.40	0.42
S355	JR	0.24	0.24	0.24	1.60	0.55	0.045	0.045	0.009	0.45	0.47
	JO	0.20	0.20	0.22	1.60	0.55	0.040	0.040	0.009	0.45	0.47
	J2	0.20	0.20	0.22	1.60	0.55	0.035	0.035	-	0.45	0.47
	K2	0.20	0.20	0.22	1.60	0.55	0.035	0.035	-	0.45	0.47

Nota: Os valores apresentados neste quadro são valores de referência. Para maiores detalhes consultar a norma EN10025.

A classificação dos aços correntes, que se apresenta nos quadros 4.1 e 4.2 é designada pelas letras JR, JO, J2 e K2, que representam o nível de qualidade do aço no que diz respeito à soldabilidade e aos valores especificados do ensaio de choque. A qualidade aumenta para cada designação de JR a K2.

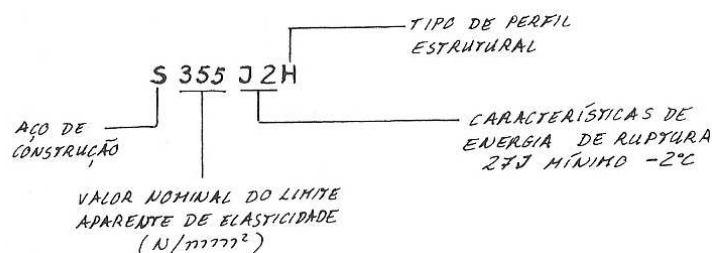


Fig. 4.6 – Designação dos aços [31]

4.2. CORTE E FURAÇÃO

4.2.1. CORTE

Actualmente podem identificar-se as seguintes técnicas mais usuais de corte de peças metálicas [33]:

- Serra;
- Guilhotina;
- Arco de plasma;
- Laser;
- Jacto de água;
- Calor (oxi-corte).

No quadro 4.3 apresenta-se a descrição de algumas destas técnicas de corte.

Quadro 4.3 – Descrição de algumas técnicas de corte [33]

Técnicas de Corte de Peças Metálicas	Descrição
Corte por Serra  Fig. 4.7 – Serrote [33]	▪ Um dos métodos mais recomendados (serra rígida ou por fita rotativa) por não introduzir tensões residuais, sendo o equipamento mais usual o serrote; ▪ Ferramenta rápida mas com limitações quando tem de fazer cortes mais complexos e/ou com mais de 45°; ▪ Ideal para o corte de perfilados (só deverá ser feito a maçarico no caso de entalhes).
Oxi-Corte  Fig. 4.8 – Corte por oxi-corte [33]	▪ O melhor processo de corte térmico para chapas de aço ligado e não ligado na gama de espessuras de 3 a 30mm; ▪ Reduzido consumo de energia dado que a maior parte do calor é produzido por meio da reacção exotérmica do oxigénio com o aço a cortar; ▪ A fonte de calor para o pré-aquecimento do material e para se atingir a temperatura de fusão é, predominantemente, a chama oxiacetilénica; ▪ Faz formas curvas mas não fura.
Corte por Plasma  Fig. 4.9 – Corte por plasma [34]  Fig. 4.10 – Linha combinada de corte plasma e furação [33]	▪ Empregue em chapas até 16mm de espessura; ▪ Corte a maior velocidade e com melhor acabamento que o oxi-corte; ▪ Faz formas curvas mas não fura; ▪ Processo em que o material metálico é fundido na zona de corte pelo jacto de plasma, sendo a junta de corte removida por jacto de ar; ▪ Elevado consumo de energia porque o material tem de ser fundido numa junta larga. Os gases utilizados nas aplicações de corte por plasma são o argon, o hidrogénio e o azoto; ▪ Também são utilizados gases de corte de efeito oxidante e gases com injeção suplementar de água. O uso de água reduz o impacto ambiental, cheiros, poeiras, ruído, sendo a emissão de radiações UV absorvida. Minimiza o efeito do calor na integridade estrutural do metal (empenos); ▪ Um dos melhores métodos combinados é o das linhas conjuntas de corte plasma e furação numa máquina rápida, que efectua cortes complexos, entalhes, redondos, etc; ▪ Todos os materiais condutores podem ser cortados por plasma. A qualidade do corte depende do tipo de material e do sistema de corte por plasma utilizado.

Técnicas de Corte de Peças Metálicas	Descrição
Corte por Laser  Fig. 4.11 – Corte por laser [34]	▪ Para o corte de materiais é utilizado o laser de CO₂; ▪ A radiação laser é obtida por intermédio de uma mistura de dióxido de carbono, azoto e hélio que é excitada electricamente, sendo o gás de corte o oxigénio. Com uma lente na cabeça de corte, o feixe é focado sobre a superfície do material a cortar; ▪ O raio laser é ideal para cortar materiais metálicos de pequena espessura. É o processo de corte térmico com maior qualidade e precisão; ▪ Apenas com máquinas que operam com controlo numérico é possível alcançar uma elevada velocidade e precisão de corte, sem defeitos e com pouca rugosidade; ▪ Estas máquinas permitem cortar chapas de grandes dimensões, de formas complexas e constituídas por materiais de alta resistência, dificilmente estampáveis.
Corte por Jacto de Água  Fig. 4.12 – Corte por jacto de água [34]	▪ Permite desenhos de rigor abaixo da décima milésima em chapas de quase toda a espessura; ▪ Excepcionalmente caro e raramente usado em metalomecânicas; ▪ Permite cortar uma grande variedade de metais e suas ligas como bronze, cobre, alumínio, aço macio e aço inoxidável; ▪ O material é cortado pela acção de um jacto de água de alta pressão, podendo também conter um abrasivo para facilitar a operação; ▪ O material não é afectado pelo calor e não são necessárias operações de acabamento, sendo mantida a integridade estrutural do material.

Como recomendações gerais associadas ao processo de corte indicam-se as seguintes [33]:

- Os perfis serão cortados com o maior cuidado, segundo as formas determinadas, recorrendo-se à lima sempre que seja necessário para se obter um ajustamento perfeito das diferentes peças;
- Os cortes efectuados a maçarico ou por arco eléctrico (calor) serão posteriormente afagados sempre que a irregularidade da zona de corte prejudique a execução das ligações;
- O corte das barras, perfis e tubos será de preferência feito à serra;
- Nos cortes realizados à guilhotina ou a oxi-corte, tomar-se-ão cuidados especiais no acabamento dos bordos, em particular quando houver que proceder a soldadura;
- As saliências, falhas e rebarbas dos bordos das peças serão removidas à mó de esmeril.

4.2.2. FURAÇÃO

Para a execução de furações podem indicar-se os seguintes métodos:

- Por broca;
- Punção;
- Laser;
- Plasma;
- Por calor.

Em termos normativos a furação das peças metálicas encontra enquadramento no capítulo 6 da prEN1090-2 [35], que faz referência ao dimensionamento dos furos, às tolerâncias de execução estabelecidas e aos seus processos de execução. A norma ISO 286-2 estabelece também tolerâncias na execução dos furos.

Como recomendações gerais associadas ao processo de furação indicam-se as seguintes [33]:

- Quando existe a necessidade de fazer escariação nas peças, para a colocação do parafuso, essa escariação deve ser executada de maneira a que quando o parafuso é colocado a parte superior da sua cabeça fique nivelada com a face da peça;
- Somente se admite a abertura de furos por punçoamento sem posterior mandrilagem no caso de furos que não tenham função estrutural importante;
- A abertura de furos por punçoamento é proibida para estruturas metálicas da classe de execução 3 e 4, sendo condicionada nas classes 1 e 2;
- No caso de ligações importantes a abertura dos furos deve fazer-se ou por brocagem simultânea dos diversos elementos a ligar;
- Ainda, no caso de ligações importantes e sendo a abertura realizada por punçoamento, este será de diâmetro, pelo menos, 3mm inferior ao diâmetro definitivo, sendo posteriormente a mandrilagem realizada com as peças convenientemente ligadas (normativamente os furos têm que ser mandrilados para classes de execução 3 e 4, mas esta operação pode ser dispensada em classes 1 e 2 – apenas punção);
- O comprimento nominal de parafusos oblongos não deve exceder 2,5 vezes o diâmetro nominal do parafuso;
- Nos parafusos de cabeça embebida as dimensões do negativo e suas tolerâncias devem ser tais que a face superior da cabeça do parafuso e a face da peça onde é instalado coincidam;
- Os furos relativos ao mesmo parafuso, em peças sobrepostas, deverão permitir a livre inserção do elemento de ligação das peças, sendo permitida, na excentricidade, a tolerância de 1mm, com a condição de se anular esta diferença a mandril;
- Os alinhamentos dos furos deverão ser rigorosamente paralelos às secções de corte, admitindo-se a tolerância de 1mm;
- A furação, quando realizada a saca-bocados ou à broca, que não garanta a forma cilíndrica e circular dos furos, será realizada com diâmetro inferior ao valor nominal, no mínimo de 2mm, sendo alargada para a do projecto, a mandril, com as peças ligadas na sua posição definitiva;

- Nas peças em que se tenham realizado furos deverão ser eliminadas as rebarbas das duas faces em contacto, para que se ajustem perfeitamente uma sobre a outra;
- O equipamento a utilizar tem que obedecer aos requisitos da prEN 1090 (12.3.2.3) [35];
- Nas emendas os orifícios das várias partes têm que ser executados na mesma direcção;

Nas metalomecânicas actuais existem linhas automáticas de furação de perfis que executam furações com elevado rigor e nível de qualidade. Nestas máquinas existem várias cabeças de brocas para funções diversas, diferentes orientações e múltiplos furos, e a execução do trabalho é controlada por computador.



Fig. 4.13 – Linha automática de furação



Fig. 4.14 – Cabeças da linha de furação

4.3. LIGAÇÕES

4.3.1. LIGAÇÕES SOLDADAS

4.3.1.1. Processos de Soldadura

Os processos de soldadura destinam-se a unir peças de um modo permanente e dividem-se em dois grandes grupos: por pressão (ou deformação) e por fusão.

Os processos de soldadura por pressão consistem na deformação das superfícies de contacto de modo a permitir a aproximação dos átomos, podendo existir um aquecimento local prévio para facilitar essa deformação. Neste grupo incluem-se, entre outros, os processos de soldadura por ultra-sons, fricção, forjamento, resistência eléctrica, difusão e explosão.

No caso da construção metálica os processos de soldadura mais utilizados são os de fusão, que consistem na aplicação localizada de calor na região de união até à sua fusão e do material de adição, destruindo as superfícies de contacto e produzindo união pela solidificação do material fundido.

Os diferentes processos de soldadura por fusão podem, conforme indicado no quadro 4.4, distinguir-se quer pela fonte de energia utilizada para fundir o metal a soldar e o metal de adição, quer pela técnica como o metal em fusão é protegido da oxidação.

O metal de adição pode estar na forma de eléctrodos revestidos, fio ou barra. A soldadura pode ser manual, semi-automática ou automática [33].

Quadro 4.4 – Descrição dos processos de soldadura por fusão [36]

PROCESSO	FONTES DE CALOR	TIPO DE CORRENTE E POLARIDADE	AGENTE PROTETOR OU DE CORTE	OUTRAS CARACTERÍSTICAS	APLICAÇÕES
Soldagem por eletro-escória	Aquecimento por resistência da escória líquida	Contínua ou alternada	Escória	Automática/Mecanizada. Junta na vertical. Arame alimentado mecanicamente na poça de fusão. Não existe arco	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga, espessura ≥ 50 mm. Soldagem de peças de grande espessura, eixos, etc.
Soldagem ao Arco Submerso	Arco elétrico	Contínua ou alternada. Eletrodo +	Escória e gases gerados	Automática/mecaniz. ou semi-automática. O arco arde sob uma camada de fluxo granular	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga. Espessura ≥ 10 mm. Posição plana ou horizontal de peças estruturais, tanques, vasos de pressão, etc.
Soldagem com Eletrodos Revestidos	Arco elétrico	Contínua ou alternada. Eletrodo + ou -	Escória e gases gerados	Manual. Vareta metálica recoberta por camada de fluxo	Soldagem de quase todos os metais, exceto cobre puro, metais preciosos, reativos e de baixo ponto de fusão. Usado na soldagem em geral.
Soldagem com Arame Tubular	Arco elétrico	Contínua. Eletrodo +	Escória e gases gerados ou fornecidos por fonte externa. Em geral o CO_2	O fluxo está confinado dentro de um arame tubular de pequeno diâmetro. Automático ou semi-automático	Soldagem de aço carbono com espessura ≥ 1 mm. Soldagem de chapas
Soldagem MIG/MAG	Arco elétrico	Contínua. Eletrodo +	Argônio ou Hélio, Argônio + O_2 , Argônio + CO_2 , CO_2	Automática/mecaniz. ou semi-automática. O arame é sólido	Soldagem de aço carbono, baixa e alta liga, não ferrosos, com espessura ≥ 1 mm. Soldagem de tubos, chapas, etc. Qualquer posição
Soldagem a Plasma	Arco elétrico	Contínua. Eletrodo -	Argônio, Hélio ou Argônio + Hidrogénio	Manual ou automática. O arame é adicionado separadamente. Eletrodo não consumível de tungsténio. O arco é constrito por um bocal	Todos os metais importantes em engenharia, exceto Zn, Be e suas ligas, com espessura de até 1,5 mm. Passes de raiz
Soldagem TIG	Arco elétrico	Contínua ou alternada. Eletrodo -	Argônio, Hélio ou misturas destes	Manual ou automática. Eletrodo não consumível de tungsténio. O arame é adicionado separadamente	Soldagem de todos os metais, exceto Zn, Be e suas ligas, espessura entre 1 e 6 mm. Soldagem de não ferrosos e aço inox. Passe de raiz de soldas em tubulações
Soldagem por Feixe Eletrónico	Feixe eletrónico	Contínua. Alta Tensão. Peça +	Vácuo ($\times 10^{-4}$ mm Hg)	Soldagem automática. Não há transferência de metal. Feixe de elétrons focalizado em um pequeno ponto.	Soldagem de todos os metais, exceto nos casos de evolução de gases ou vaporização excessiva, a partir de 25 mm de espessura. Indústria nuclear e aeroespacial.
Soldagem a Laser	Feixe de luz		Argônio ou Hélio	Como acima	Como acima. Corte de materiais não metálicos
Soldagem a Gás	Chama oxiacetilénica		Gás (CO , H_2 , CO_2 , H_2O)	Manual. Arame adicionado separadamente	Soldagem manual de aço carbono, Cu, Al, Zn, Pb e bronze. Soldagem de chapas finas e tubos de pequeno diâmetro

Nos parágrafos seguintes indicam-se as vantagens e desvantagens mais relevantes dos tipos de soldadura mais correntemente utilizados na construção metálica.

A soldadura pelo processo do **eléctrodo revestido** apresenta como vantagens o facto de ser aplicável a quase todos os materiais metálicos e em todas as posições, de ser muito flexível e de poder ser utilizada em obra. No entanto, apresenta baixa taxa de deposição e obriga à limpeza da escória que se gera durante a execução da soldadura.



Fig. 4.15 – Soldadura com Eléctrodo Revestido [37]

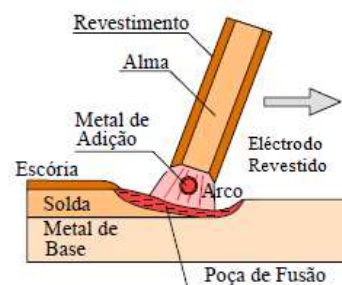


Fig. 4.16 – Esquema do processo com Eléctrodo Revestido [36]

O processo **MIG-MAG** é um processo versátil, que pode ser executado em todas as posições. Possui a taxa de deposição mais elevada de todos os processos manuais e pode ser automatizado. Em contrapartida, é de difícil instalação em obra e a sua taxa de deposição é inferior à dos outros processos automáticos.



Fig. 4.17 – Soldadura MIG-MAG [38]

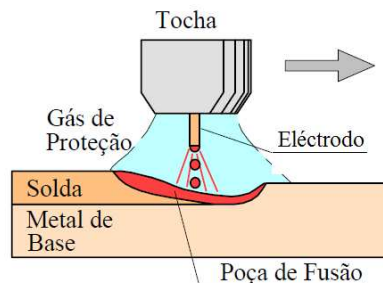


Fig. 4.18 – Esquema do processo MIG-MAG [36]

A soldadura pelo processo **TIG** apresenta como vantagem a sua elevada qualidade, mas está condicionada a baixas taxas de deposição, limitações de espessura, custos elevados e rendimentos muito baixos.



Fig. 4.19 – Soldadura TIG [39]

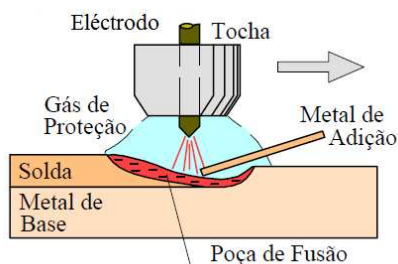


Fig. 4.20 – Esquema do processo TIG [36]

O processo de **Arco Submerso**, que está associado a uma elevada taxa de deposição e de penetração, mas peca por ser pouco flexível na medida em que o equipamento é pesado e permite apenas uma posição. É normalmente utilizado em oficina para chapas espessas.



Fig. 4.21 – Soldadura por Arco Submerso [40]

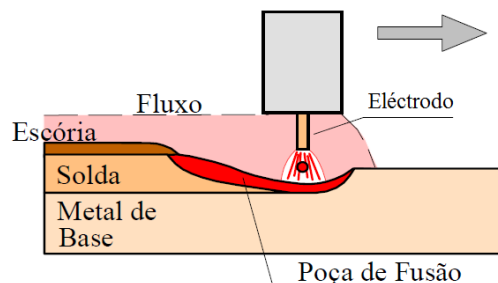


Fig. 4.22 – Esquema do processo por Arco Submerso [36]

4.3.1.2. Normas Aplicáveis

Em termos normativos a soldadura das peças metálicas tem de estar de acordo com o descrito no capítulo 7 da prEN 1090-2 [35].

No que respeita à preparação e execução de soldaduras, esta norma incide sobre as seguintes etapas do processo:

- Armazenagem e manuseamento dos consumíveis;
- Protecção contra vento, chuva, etc;
- Pré-aquecimento (visa evitar dureza excessiva);
- Aspectos específicos das soldaduras de cordão (nomeadamente em perfis enformados);
- Aspectos específicos das soldaduras de topo;
- Soldaduras em aços auto protegidos – especificação dos elementos consumíveis;
- Soldaduras por pontos ou entalhe;
- Outros tipos de soldadura;
- Tratamentos térmicos.

A preparação e execução começam pela recepção dos consumíveis, seu armazenamento e manuseamento. Na tabela 12 do ponto 7.5.2 da prEN 1090-2 [35] está previsto o tempo e a temperatura de armazenamento do material.



Fig. 4.23 – Alguns materiais e equipamentos de soldadura [33]

Os soldadores têm de ser qualificados segundo as normas EN 287-1 e a EN 1418. No anexo E da prEN 1090-2 [35] estão previstos alguns dos tipos de soldadura que um operador poderá executar.

4.3.1.3. Recomendações para Execução de Soldaduras

Num trabalho com estes contornos interessa evidenciar algumas recomendações que devem ser atendidas aquando da realização de trabalhos de soldadura. Estas encontram-se descritas de seguida [33] e são de extrema utilidade para a definição de verificações a empreender por parte de uma equipa de fiscalização de obra.

- O trabalho de soldadura, no qual deve ser utilizada aparelhagem conveniente, só poderá ser executado por pessoal devidamente qualificado segundo a norma em vigor já identificada, devendo os soldadores comprovarem documentalmente estar devidamente certificados;
- As características da corrente, a natureza e o diâmetro dos eléctrodos devem ser apropriados à qualidade dos materiais e ao tipo de ligações a efectuar;
- Tanto as zonas a soldar como os eléctrodos devem estar bem secos;
- As superfícies destinadas a receber soldadura deverão encontrar-se não só secas como bem limpas, isentas de corpos estranhos, ferrugem, escórias e gorduras;
- No caso do cordão ser obtido por várias passagens, deve proceder-se antes de cada nova passagem, à repicagem das escórias por um processo adequado e à limpeza com escova de arame;
- Os cordões devem ficar isentos de irregularidades, poros, fendas, cavidades, ou outros defeitos;
- Na realização de soldaduras devem-se tomar as precauções necessárias para reduzir as tensões/deformações residuais permanentes, bem como garantir que as peças ficam nas posições pretendidas;
- Deve-se evitar ou reduzir ao indispensável o número de soldaduras a efectuar fora da oficina;
- Antes de dar início às operações de soldadura, de acordo com o Plano de Soldadura (se existir), deve o Empreiteiro realizar um programa de trabalhos indicando os consumíveis e os parâmetros de soldadura (intensidade, tensão e velocidade), a preparação dos chanfres, etc;
- Deve evitar-se a aplicação excessiva de soldadura num mesmo local, bem como o estabelecimento de variações bruscas de secção, nomeadamente em elementos soldados de forma periférica;
- A disposição e a ordem de execução devem ser estabelecidas de modo a reduzir-se os estados de tensão resultantes da própria operação de soldadura, simultaneamente facilitando que as peças fiquem na posição pretendida;
- As soldaduras não serão arrefecidas rapidamente, exigindo-se uma descida gradual e lenta da temperatura, pelo que será exigida uma protecção das soldaduras, contra o arrefecimento brusco, em caso de condições atmosféricas adversas;
- O metal depositado tem que ficar bem ligado aos materiais a soldar, sem que se tenha queimado o material dos bordos;
- A cada passagem, e antes de iniciado o novo cordão, a superfície do cordão realizado deve ser cuidadosamente desembaraçado de escórias, utilizando a picadeira e a escova de aço ou outro método conveniente, a fim de se verificar a existência de fissuras, poros ou outros defeitos. Esta operação será executada até completo desaparecimento dos defeitos de compacidade e tomar-se-ão os mesmos cuidados quando houver que prosseguir um cordão interrompido ou ligar dois já executados;
- Nos cordões de soldadura topo a topo, e sempre que seja possível construtivamente, proceder-se-á à esmerilagem da raiz e execução do respectivo cordão;
- Em caso de comprovada necessidade, poderá exigir-se o tratamento térmico de peças;

- As dimensões dos cordões de soldadura devem satisfazer, além do prescrito nas peças escritas e desenhadas do projecto e da legislação em vigor, os seguintes condicionamentos:
 - A espessura dos cordões não deve, em qualquer caso, ser inferior a 3mm;
 - A espessura dos cordões de ângulo não deve ser superior a 0,7 da menor espessura dos elementos a ligar;
 - Os cordões de topo, contínuos, devem ocupar toda a extensão da justaposição;
 - Os cordões de ângulo contínuos não devem, em geral, ter comprimento inferior a 40 nem superior a 60 vezes a espessura do cordão;
 - Nos cordões de topo descontínuos, o comprimento de cada troço não deve ser inferior a 4 vezes a espessura do elemento mais fino a ligar e o intervalo entre dois troços sucessivos não deve exceder 12 vezes aquela espessura;
 - Nos cordões de ângulo descontínuos o comprimento de cada troço não deve ser inferior a 4 vezes a espessura do elemento mais fino a ligar;
 - O intervalo entre dois troços sucessivos não deve exceder 16 vezes a espessura do elemento mais fino, no caso de elementos sujeitos a esforços de compressão e 24 vezes essa espessura, no caso de elementos sujeitos a esforços de tracção;
 - Em cordões de ângulo descontínuos, quando os troços estão colocados alternadamente de um lado e de outro da aresta de ligação, os intervalos indicados são considerados como se os troços estivessem em linha;
 - Quando se dispõem cordões de soldadura opostos, a chapa intermédia deverá ter a espessura mínima de 7mm;
 - Os cordões de ângulo, aplicados nos bordos arredondados de perfis, não deverão interessar mais do que 75 por cento da espessura do perfil no bordo;
 - A superfície aparente dos cordões de soldadura deverá ser plana, nunca côncava, podendo contudo ser convexa desde que a flecha apresente o limite máximo de 2mm;
 - Poderá ser exigida a aprovação prévia pela Fiscalização da sequência prevista para a soldadura tipo dos eléctrodos a utilizar.
- Se for detectada uma soldadura defeituosa, todas as soldaduras existentes no elemento serão submetidas a inspecção. Por outro lado, proceder-se-á ao controlo de todas as soldaduras refeitas, reconhecidas inicialmente como defeituosas;
- A Fiscalização poderá exigir sondagens nos cordões que lhe afigurem defeituosos, os quais serão refeitos por soldadura.

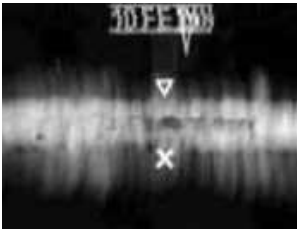
4.3.1.4. Defeitos e Ensaio de Soldaduras

Como se viu anteriormente a realização de soldaduras exige cuidados de execução especiais e técnicos certificados para a execução das mesmas. Quando tal não se verifica, surgem defeitos que se classificam como falta de penetração, falta de fusão, porosidades, inclusões de escória, fissuração na solidificação, fissuração a frio, fissuração no reaquecimento e arrancamento lamelar.

Para se avaliar a qualidade das soldaduras pode recorrer-se a processos destrutivos e a processos não destrutivos.

Os processos destrutivos incluem, entre outros, análises ao microscópio, ensaios de dureza e ensaios de tracção. Os processos não destrutivos assentam na análise visual e na realização de ensaios com líquidos penetrantes, com partículas magnéticas, por radiografias e por ultra-sons. O quadro 4.5 descreve estes ensaios.

Quadro 4.5 – Ensaio não destrutivos de soldaduras [adaptado de 41]

Ensaio	Objectivo	Aplicações	Limitações
Líquidos Penetrantes 	▪ Detecção de fendas, poros ou outros defeitos (superficiais).	▪ Todos os materiais porosos e não absorventes (método rápido e económico).	▪ Só defeitos superficiais; ▪ Fendas de largura superior a alguns micrómetros; ▪ Não determina a profundidade dos defeitos.
Partículas Magnéticas 	▪ Detecção de fendas, poros ou outros defeitos (superficiais ou pouco abaixo da superfície).	▪ Materiais ferromagnéticos; ▪ Formas simples e rectangulares.	▪ Superfícies limpas e pouco rugosas; ▪ Desmagnetização das peças e remoção do pó.
Radiografias 	▪ Detecção de fendas, poros, inclusões, colagens ou outros defeitos (superficiais ou no interior dos corpos).	▪ Metais, não metais e compósitos.	▪ Soldaduras de topo; ▪ Acesso dos dois lados; ▪ Exige condições de segurança devido à radiação; ▪ RX até 50mm e Rγ para maiores espessuras; ▪ Não detecta defeitos planares perpendiculares à direcção do feixe de radiação.
Ultra-sons	▪ Detecção de fendas, poros, inclusões, colagens ou outros defeitos (superficiais ou no interior dos corpos); ▪ Medições de espessuras.	▪ Metais, não metais e compósitos; ▪ Todas as geometrias.	▪ Rugosidade superficial reduzida; ▪ Peças finas são difíceis de examinar; ▪ Grão muito grosseiro dificulta a inspecção; ▪ Necessita de fluído de acoplamento; ▪ Falhas acima de 0,01mm.

Quer para as soldaduras executadas na metalomecânica, quer para as soldaduras efectuadas em obra, a equipa de fiscalização deverá aprovar a entidade proposta pelo empreiteiro para a realização dos ensaios de soldadura, que emitirá os respectivos relatórios de ensaio às soldaduras.

4.3.2. LIGAÇÕES APARAFUSADAS

As ligações mecânicas são também uma etapa fundamental da execução de estruturas metálicas, encontrando enquadramento normativo no capítulo 8 da prEN 1090-2 [35].

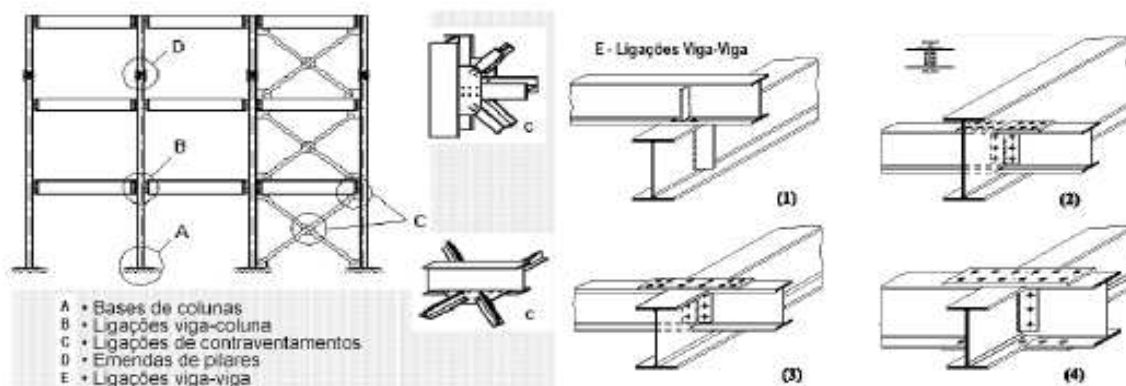


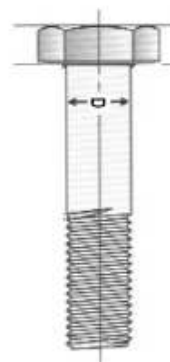
Fig. 4.24 – Tipos de ligações aparafusadas mais usuais em estruturas metálicas [33]

4.3.2.1. Tipos de Parafusos

Aos parafusos estão, em processos de montagem de estruturas metálicas, normalmente associadas as respectivas porcas e anilhas. No quadro 4.6 apresentam-se os diâmetros tradicionais de parafusos para estruturas metálicas, sendo de referir que o diâmetro respeita à medida exterior do roscado e não ao liso (a que corresponde à área resistente).

Quadro 4.6 – Diâmetros tradicionais de parafusos para estruturas metálicas [33]

Design.	Diâmetro nominal d_b (mm)	Área nominal A (mm ²)	Área resistente A_s (mm ²)
M8	8	50,3	36,6
M10	10	78,5	58,0
M12	12	113	84,3
M14	14	154	115
M16	16	201	157
M18	18	254	192
M20	20	314	245
M22	22	380	303
M24	24	452	353
M27	27	573	459
M30	30	707	561



Nas situações correntes utilizam-se parafusos, porcas e anilhas vulgares mas podem também empregar-se anilhas especiais ou parafusos especiais.

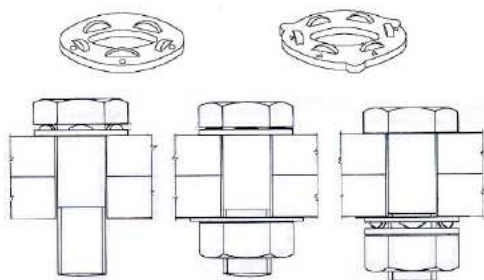


Fig. 4.25 – Parafusos com anilhas especiais [33]

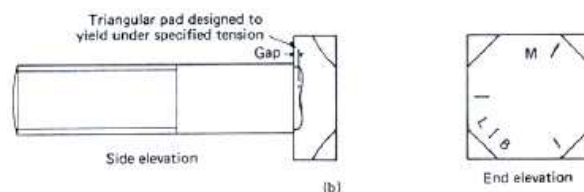


Fig. 4.26 – Parafusos com cabeças especiais [33]

A norma prEN 1090-2 identifica como parafusos especiais, o parafuso de cabeça embebida, os parafusos e cavilhas ajustados e os parafusos injectados.

4.3.2.2. Recomendações para Execução das Ligações Aparafusadas [33]

À semelhança do exposto para ligações soldadas, indicam-se de seguida algumas recomendações importantes para execução de ligações aparafusadas:

- Os parafusos devem, em geral, ser munidos de anilhas, em cuja espessura deve terminar a parte roscada, só se podendo dispensar o uso de anilhas desde que as ligações sejam pouco importantes e se verifique que a zona lisa da arreigada do parafuso é suficiente para transmitir à chapa os esforços secundários nos parafusos;
- Os parafusos a aplicar têm de ser, para cada caso, os da classe referida nos desenhos do projecto;
- No caso de as superfícies sobre as quais se faz o aperto dos parafusos não serem normais ao eixo destes, devem-se colocar anilhas de cunha, de modo a que o aperto não introduza esforços secundários nos parafusos;
- Sempre que se verifiquem condições que possam conduzir ao desaperto dos parafusos em serviço, por exemplo vibrações, devem utilizar-se dispositivos que impeçam esse desaperto, tais como anilhas de mola ou contra-porcas;
- O roscado dos parafusos deve sobressair pelo menos um filete das respectivas porcas;
- O aperto dos parafusos deve ser suficiente para garantir a eficiência das ligações, tendo-se em atenção que o aperto exagerado produz estados de tensão desfavoráveis nos parafusos;
- As emendas correspondem a ligações que causam maiores problemas visto que as tolerâncias são mínimas e as peças a ligar possuem espessuras diferentes. Nesta situação, a diferença máxima não pode, em regra, ultrapassar 2mm. No caso de ser uma ligação em pré-esforço, a diferença entre peças deve ser de 1mm. Esta explicação está ilustrada na figura seguinte, extraída do capítulo 8 da prEN 1090-2 [35];

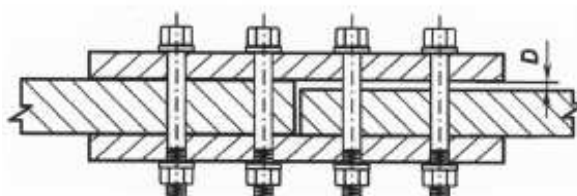


Fig. 4.27 – Diferença máxima entre espessuras de chapas ($D \leq 2\text{mm}$ - correntes; $D \leq 1\text{mm}$ - pré-esforçadas) [33]

No que respeita às condições de aperto, sugerem-se para as ligações correntes (não pré-esforçadas) os seguintes cuidados:

- São admitidas folgas até 2mm no contacto se a espessura dos elementos a ligar é elevada (espessura superior a 8mm para perfis);
- Cada conjunto de parafusos deve ser apertado na totalidade até à condição “snug-tight” (resulta do esforço de uma pessoa através de uma chave normal), sem esforçar demasiado os parafusos;

- Para conseguir este estado é necessário, em grupos grandes, fazer vários ciclos, do interior para o exterior;
- Devem adoptar-se precauções especiais no caso de parafusos curtos.

Ainda no que respeita a condições de aperto, sugerem-se para as ligações pré-esforçadas os seguintes cuidados:

- As superfícies dos elementos a ligar devem ser cuidadosamente limpas de quaisquer matérias susceptíveis de provocar uma diminuição do atrito entre as superfícies (ferrugem, gordura, pintura, água, etc.). A limpeza será feita a jacto de areia ou à chama, de características adequadas, devendo executar-se a montagem da ligação após algumas horas, de modo a evitar que as superfícies se oxidem;
- Os parafusos devem ser munidos de anilhas, uma do lado da cabeça e outra do lado da porca. Mediante justificação, e com excepção dos parafusos de classe 10.9, a primeira pode ser eliminada em parafusos cujas cabeças possuam dimensões estudadas de forma que possam transmitir, com segurança, às chapas o pré-esforço instalado dos parafusos;
- Caso seja necessário um maior ajuste no aperto pode-se colocar mais anilhas, no máximo de 3 ou a combinação necessário para que não ultrapasse os 12mm, colocando-se estas do lado da peça que se pretende fixar;
- Os diâmetros, posicionamentos e comprimentos dos parafusos estão especificados nas normas, e não deve ser utilizado nenhum parafuso cujo diâmetro não esteja devidamente regulamentado;
- Os furos não devem exceder o diâmetro nominal dos parafusos, tendo apenas uma folga com tolerância especificada no artigo e norma aplicável;
- As porcas quando são aplicadas nos parafusos devem enroscar facilmente, devendo o aplicador conseguir enroscar com a mão, sem necessidade de recorrer ao auxílio da chave (até que a porca encoste na anilha ou na peça a ligar);
- As anilhas colocadas por baixo das cabeças dos parafusos tem de ter um chanfre, que deve estar de acordo com a norma prEN 14399-6, sendo que as anilhas colocadas por baixo das porcas têm de estar de acordo com o especificado na norma prEN 14399-5.

4.3.2.3. Furação e Aperto Definitivo dos Parafusos em Obra

Antes da colocação dos parafusos a fiscalização deve efectuar a vistoria das furações, no sentido de verificar se todos os furos estão conformes e ordenar, caso tal não se verifique, a execução das correcções convenientes. Neste processo destaca-se que:

- no caso de furos desalinhados que não permitam a colocação adequada dos parafusos respectivos, deve-se contactar o projectista para que se possa empregar o parafuso com o diâmetro seguinte. Nesta situação deve-se proceder à furação dos elementos a ligar para o novo parafuso a utilizar, respeitando-se sempre as distâncias mínimas regulamentares ao bordo da chapa, definidas na EN 1993-1-8;
- não poderão ser empregues processos térmicos na execução das novas furações sem o consentimento expresso da fiscalização (com eventual consulta ao projectista).

Antes de se proceder ao aperto a fiscalização deverá receber do empreiteiro os certificados de calibração das chaves dinamométricas, tendo esta regulação de ser efectuada em laboratório avalizado e reconhecido.

O aperto dos parafusos deve seguir as etapas que de seguida se referenciam:

- Depois da verificação do ajustamento das peças a ligar, são colocados todos os parafusos da ligação e tem início o aperto com chave dinamométrica, progressivamente, sem pancadas e sem retrocesso. A figura 4.28 ilustra um exemplo de chave dinamométrica;



Fig. 4.28 – Exemplo de uma chave dinamométrica [42]

- Os parafusos devem ser apertados até 75% do momento de aperto definitivo e assim devem permanecer pelo menos 3 horas. O aperto deve ser dado na porca, mantendo imóvel a cabeça do parafuso;
- O encosto das superfícies em contacto será verificado visualmente, na periferia e nos furos de ligação (em caso de necessidade será aplicado um aperto suplementar nas zonas onde o encosto pareça duvidoso);
- Os parafusos serão então apertados até 100%, sempre pela mesma ordem, iniciando-se pelos parafusos centrais e prosseguindo no sentido rotativo dos ponteiros do relógio;
- Na medida do possível, as uniões do mesmo tipo serão apertadas pela mesma chave, para um mesmo diâmetro de parafuso.

No final, salvo outra especificação de projecto em contrário, os parafusos devem ser limpos e receber duas demãos de primário com a espessura de 30 microns cada, sendo pintados posteriormente.

4.4. CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA

As operações de carga, transporte e descarga são decisivas para o cumprimento dos prazos da obra e a falta de qualidade na sua execução pode ditar a rejeição de peças na recepção em obra.

Por estes motivos, é conveniente que a fiscalização de obra seja convocada para assistir a estas intervenções.

O transporte mais importante corresponde à fase em que as peças são carregadas na instalação de pintura e são transportadas para o estaleiro de obra. Como as peças já estão tratadas e pintadas quaisquer faltas de cuidado nas movimentações originarão indesejáveis cortes e amolgadelas.

Os factores a atender na definição do processo de transporte são variados, destacando-se os seguintes:

- O peso e dimensões das peças para dimensionamento da capacidade das gruas de carga e descarga bem como selecção dos camiões de transporte;
- O percurso de transporte, verificando-se a altura de pontes, viadutos e túneis e os raios de curvatura e declives das vias de acesso;

- O acesso dos equipamentos no local da obra, e a possibilidade de se fazerem manobras de inversão de marcha no estaleiro;
- A área disponível para armazenamento em estaleiro e condições de depósito.

No caso de existirem peças que excedam os tamanhos correntes tem de haver um cuidado maior. Os transportes especiais têm de ser executados em alturas de pouco tráfego e, nalguns casos, com escolta policial. Poderá também ser necessário proceder a desvios de trânsito nas imediações do estaleiro de obra, com apoio policial, caso os acessos à obra sejam demasiado curtos e/ou estreitos.

O peso das peças a movimentar influi na selecção dos equipamentos de carga e de transporte, mas também está condicionado ao peso aconselhável para a circulação nas vias de comunicação, principalmente na passagem por pontes ou viadutos.

A carga das peças para o camião é normalmente efectuada com uma grua ou por uma ponte móvel. Este tipo de carregamento deve ser executado com o máximo de cuidado, sendo a peça suspensa por pontos que não conduzam a deformações ou mesmo rupturas. Caso haja necessidade de envolver as peças para as erguer deve-se utilizar cintas de material tecido que não originem lesões, proibindo-se a utilização de correntes metálicas. As peças devem ser devidamente calçadas, para que fiquem completamente estáveis e para que não sofram deformações durante o transporte. As peças devem também ser amarradas com cintas para que não deslizem, cuidando-se para que não haja nenhum desprendimento das cintas durante a deslocação.

Cada peça da estrutura tem de ser identificada no processo de expedição, com uma marca que a localiza num diagrama que organiza o processo de montagem.

Aquando da descarga em obra há que instalar materiais de separação entre as peças e o terreno para evitar que estas fiquem arranhadas devido à fricção com o solo. Caso as peças fiquem empilhadas umas sobre as outras é conveniente a instalação de materiais resilientes de separação. Deve-se também evitar que as peças fiquem pousadas de forma a acumularem sujidade e água num ponto específico da sua geometria.

4.5. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE / PROTECÇÃO ANTICORROSIVA

4.5.1. CORROSÃO

Os problemas de corrosão foram sempre encarados como o “Calcanhar de Aquiles” das estruturas metálicas. A corrosão tem consequências graves ao nível da estética da estrutura e da sua funcionalidade, podendo mesmo conduzir a perda de eficiência e paragem temporária para reparação de anomalias.

Dado que o dimensionamento e as operações de manutenção/reparação estão sempre associadas a questões económicas, existem várias soluções de combate à corrosão que são adoptadas em função do ambiente onde se vão inserir, das expectativas de durabilidade do cliente e/ou da preferência do projectista. Dentro destas soluções destacam-se, entre outras, o sobredimensionamento das espessuras, a adopção de materiais mais nobres (principalmente em obras próximas do ou no mar), a protecção anódica e catódica e os procedimentos de tratamento superficial e pintura. Estes últimos são, atendendo ao estado actual da tecnologia, principalmente ao nível do conhecimento e controlo de qualidade de tintas, a solução mais utilizada nas estruturas metálicas correntes.

Os vários tipos de corrosão podem ser classificados de acordo com a aparência do metal após a ocorrência do fenómeno. Apesar de correlacionáveis podem estabelecer-se as seguintes classificações:

1. **Corrosão uniforme** ou de ataque generalizado: quando a corrosão se processa de modo aproximadamente uniforme em toda a superfície atacada. Esta forma é comum em metais que não formam películas protectoras, como é o caso do aço e do ferro;
2. **Corrosão galvânica** ou de par bimetalico: é um fenómeno que ocorre quando dois metais com diferentes forças electromotrices se encontram em contacto na presença de um electrólito;
3. **Corrosão alveolar ou por picadas**: quando o desgaste provocado pela corrosão se dá sob forma localizada, com o aspecto de crateras. É frequente em metais formadores de películas semi-protectoras ou quando se tem corrosão sob depósito;
4. **Corrosão intersticial ou em fendas**; são uma forma de corrosão electroquímica, que dependem da existência de condições geométricas favoráveis ao estabelecimento de soluções estagnadas. Uniões entre chapas aparafusadas, rebitadas ou soldadas por pontos, bem como fendas ou reentrâncias nas superfícies constituem locais de reduzida exposição ao oxigénio ambiental e de deposição fácil de detritos, humidade, ou mesmo líquidos;
5. **Corrosão intergranular**: quando o ataque se manifesta no contorno dos grãos, como no caso dos aços inoxidáveis austeníticos sintetizados, expostos a meios corrosivos;
6. **Corrosão sobre tensão**: Entende-se por corrosão sobre tensão um efeito de fissuração provocado pela actuação combinada, sobre o metal, de tensões mecânicas (internas ou impostas exteriormente) e de um ambiente corrosivo. A manifestação desta forma de corrosão caracteriza-se pelo aparecimento de fissuras muito localizadas que se propagam pela secção transversal do metal enquanto que a superfície deste é geralmente muito pouco atacada;
7. **Corrosão com erosão**: No que diz respeito à corrosão com erosão poder-se-á referir que esta corresponde ao aumento da velocidade de corrosão num metal por acção de um fluído corrosivo confinante com a sua superfície. O movimento do fluído conduz ao aparecimento de estrias e orifícios no metal na direcção do seu fluxo de corrente;
8. **Corrosão por desgaste**: A corrosão por desgaste tem lugar nas interfaces de materiais pressionados entre si e sujeitos a vibrações e escorregamentos. Manifesta-se através de estrias ou picadas rodeadas de produtos de corrosão;
9. **Lixiviação selectiva ou perda de elementos de liga**: Ela ocorre quando uma das fases de uma liga metálica apresenta valores da sua força electro-motriz sensivelmente diferentes das que a rodeiam na liga. Quando sujeitas a corrosão, as zonas de grande concentração da fase menos nobre (menor potencial electro-motriz) tornam-se anódicas e tendem a corroer-se.

4.5.2. PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Um dos factores fundamentais a ter em consideração na execução de estruturas metálicas é a preparação de superfície das peças, à qual deve ser dada atenção especial.

A preparação da superfície é realizada com dois objectivos principais:

- **Limpeza superficial**: Trata-se da remoção da superfície de materiais que possam impedir o contacto directo da tinta com o aço – contaminantes. O nível requerido de limpeza superficial variará de acordo com as restrições operacionais existentes, do tempo e dos métodos disponíveis para a limpeza, do tipo de superfície presente e do sistema de pintura escolhido, uma vez que as tintas possuem diferentes graus de aderência sobre as superfícies metálicas;

- **Ancoragem mecânica:** O aumento da rugosidade superficial proporciona um aumento da superfície de contacto entre o metal e a tinta, contribuindo, desse modo, para o aumento da aderência. O perfil de rugosidade especificado está associado à espessura da camada seca.

Os contaminantes ou impurezas que podem provocar falhas, aparentemente inexplicáveis, nos revestimentos por pintura estão muitas vezes relacionados com a poluição atmosférica e com a exposição ao ambiente marítimo como sais solúveis, poeiras, óleos e gorduras. No caso do aço, é fundamental a completa remoção da calamina, camada de óxidos de cor azulada que se forma durante a laminação a quente do aço, e dos produtos de corrosão, como a ferrugem.

Os contaminantes podem dividir-se nas seguintes categorias:

1. **Contaminantes solúveis em solventes** tais como óleos e gorduras, tinta líquida e cera;
2. **Contaminantes solúveis em água** como cloreto de sódio, água condensada ou gelo e filmes de detergente;
3. **Contaminantes mecanicamente aderentes** como a calamina, os produtos da corrosão, películas antigas de tinta e incrustações marinhas;
4. **Contaminantes soltos** tais como poeiras e areias, resíduos de abrasivos e derrames;
5. **Contaminantes químicos incluídos no substrato** como cloretos ou sulfatos de ferro.

Os métodos mais utilizados à escala industrial para eliminação de contaminantes mecanicamente aderentes não removem à partida, óleos, gorduras nem sais solúveis. Assim, antes de se proceder a qualquer operação deste tipo deve sempre efectuar-se um tratamento de desengorduramento, por exemplo com emulsionantes, ou detergentes, seguido de lavagem com água em grande quantidade e, de preferência, a alta pressão.

A hidrodecapagem (200-600 kg/cm²) é o método mais eficiente para eliminação dos sais solúveis. Caso se opte por um desengorduramento com agentes emulsionantes, a remoção de sais é promovida durante a fase de limpeza do filme de detergente.

Para remoção dos contaminantes mecanicamente aderentes podem utilizar-se métodos mecânicos ou químicos. Os métodos mecânicos mais largamente utilizados na limpeza e preparação de superfícies de aço estrutural são a decapagem com abrasivo e as ferramentas, manuais ou não. A decapagem química faz-se essencialmente por imersão em banhos ácidos de concentração e temperatura adequadas e aplica-se, essencialmente, à preparação de peças de pequenas dimensões.

4.5.2.1. Ferramentas Mecânicas e Manuais

Os métodos tradicionais de limpeza com ferramentas manuais e mecânicas necessitam mão-de-obra intensiva e são pouco eficazes. São utilizados preferencialmente em trabalhos de manutenção e na preparação de aço em ambientes não agressivos. São mencionados em seguida apenas algumas das ferramentas mais utilizadas.

- Limpeza com escovas de aço

Utilizam-se onde a formação de óxido é incipiente, visto não removerem calamina, salpicos de soldadura e cascão de ferrugem, ou como tratamento final de zonas raspadas ou picadas. Deve-se ter o cuidado de não deixar a superfície polida e sem rugosidade o que prejudicaria a aderência da película de tinta. As escovas mecânicas conseguem desprender uma certa quantidade de calamina desde que esta não esteja bem aderente;

- Discos abrasivos

Juntamente com a decapagem com abrasivo é o único método mecânico capaz de proporcionar uma superfície metálica limpa e rugosa. Recomenda-se para limpeza de pequenas áreas muito rugosas tais como cordões de soldadura ou cantos vivos;

- Ferramentas de percussão

Utilizam-se para romper a calamina e para fazer saltar o cascão grosso da ferrugem e incluem os conhecidos martelos de agulhas. Conjuntamente com a lixagem mecânica podem ser utilizados na preparação de superfícies que não estejam expostas a condições agressivas severas. O seu manuseamento deve ser cuidadoso. A acção de impacto proporcionada por este tipo de ferramentas pode provocar deformações, assim como incrustar outros contaminantes no substrato.

4.5.2.2. Decapagem com Abrasivo

A decapagem com abrasivo é o melhor sistema até hoje desenvolvido para preparação de superfícies que se destinam a ser cobertas por revestimentos por pintura. Para além de remover com eficiência calamina, ferrugem e outros contaminantes, proporciona, igualmente, uma superfície ligeiramente irregular e rugosa que constitui uma óptima base de ancoragem para as películas de tinta. Consiste na projecção, contra a superfície, de partículas abrasivas a alta velocidade.

Para decapagem podem ser utilizados como abrasivos areia, granalha de aço (esférica e angular), vidro, ferro fundido, escórias e outros.

A areia é ainda um agente abrasivo utilizado em campo, quando a decapagem é feita a céu aberto e não há preocupação em se recuperar o abrasivo. Apesar dos problemas ambientais e de saúde provocada pela utilização de areia nas decapagens (poeiras contendo sílica), o seu consumo ainda não foi totalmente banido. No entanto, tem-se verificado uma maior sensibilização dos industriais para esse facto, verificando-se a gradual substituição da areia por granalha de um subproduto da indústria do cobre (escória de cobre) e, principalmente, por granalha de aço.



Fig. 4.29 – Cabine de decapagem



Fig. 4.30 – Granalha de aço, máscara e bico de decapagem

A granalha de aço é normalmente utilizada em cabines fechadas como a representada na figura 4.29. É um material produzido a partir de aços especiais, muito duros e o formato das partículas pode ser

redondo (*shot*) ou angular (*grit*). As redondas podem ser recicladas até 450 vezes e deixam um perfil bastante arredondado. As angulares podem ser recicladas até 350 vezes e deixam um perfil anguloso e irregular.

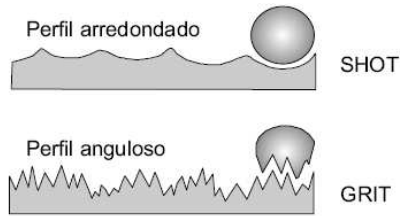


Fig. 4.31 – Perfil obtido face ao tipo de granalha [43]



Fig. 4.32 – Comparação de perfis de rugosidade [43]

O facto de a decapagem por via seca ser responsável pela libertação de uma grande quantidade de poeiras de variada natureza, faz com que se procurem e desenvolvam métodos alternativos como a decapagem associada a vácuo ou por via húmida, em que se pode utilizar o abrasivo juntamente com água ou unicamente água.

Para avaliação do grau de limpeza e rugosidade do aço existem normas internacionalmente aceites, sendo a mais conhecida a ISO 8501-1:1988, que teve origem na norma sueca SIS 055 900. Esta norma é um padrão fotográfico e descritivo que tem em consideração tanto o estado original da superfície como o grau de limpeza atingido.

4.5.3. GRAUS DE LIMPEZA SUPERFICIAL

Como referido atrás, a definição de grau mínimo de limpeza superficial varia de acordo com o tipo de tinta a ser aplicada e com as condições a que estas ficarão expostas.

Os padrões de grau de corrosão são definidos através de fotografias do estado de exposição em que o aço se encontra para pintura:

- **Grau A:** superfície de aço completamente coberta pela carepa de laminação, intacta e aderente, com pouca ou nenhuma corrosão;
- **Grau B:** superfície de aço com princípio de corrosão, cuja carepa de laminação tenha começado a desagregar-se;
- **Grau C:** superfície de aço cuja carepa de laminação tenha sido removida pela corrosão ou possa ser retirada por meio de raspagem, apresentando pequenos alvéolos;
- **Grau D:** superfície de aço cuja carepa de laminação tenha sido removida pela corrosão, apresentando corrosão alveolar de severa intensidade.

Os padrões de grau de limpeza também são definidos através de fotografias do estado que as superfícies exibem após o tratamento de limpeza:

Graus de preparação com ferramentas manuais ou mecânicas:

- **St 2: Limpeza** minuciosa por raspagem, escovamento ou lixamento para remoção de toda a casca de laminação e outras impurezas;

- **St 3: Limpeza** minuciosa por raspagem, escovamento ou lixamento (mecânico ou manual) para remoção de toda a casca de laminação solta e outras impurezas, porém mais rigorosa que a feita em St 2;

Graus de preparação por decapagem com abrasivo:

- **Sa 1:** Limpeza por **decapagem ligeira (brush off)**. A superfície resultante deverá encontrar-se inteiramente livre de óleos, graxas e materiais como carepa, tinta e ferrugem solta. A carepa e a ferrugem remanescentes poderão permanecer, desde que firmemente aderidas. O metal deverá ser exposto à decapagem com abrasivo por tempo suficiente para provocar a exposição do metal base em vários pontos da superfície sob a camada de carepa;
- **Sa 2:** Limpeza por **decapagem comercial**. A superfície resultante da decapagem poderá apresentar manchas e pequenos resíduos devidos à ferrugem, carepa e tinta. Pelo menos 2/3 da área deverá estar isenta de resíduos visíveis, enquanto o restante será limitado pelas manchas e resíduos;
- **Sa 2 ½:** Limpeza por **decapagem ao metal quase branco**. É definida como superfície livre de óleo, graxa, carepa, ferrugem, tinta e outros materiais, podendo apresentar pequenas manchas claras devidas a resíduos de ferrugem, carepa e tinta. Pelo menos 95% da área deverá estar isenta de resíduos visíveis, sendo o restante referente aos materiais acima mencionados;
- **Sa 3:** Limpeza por **decapagem ao metal branco**. Após a limpeza, o aço deverá exibir cor metálica uniforme, branco-acinzentada, sendo removidos 100% de carepas e ferrugens. A superfície resultante estará livre de óleos, graxas, carepa, tinta, ferrugem e de qualquer outro depósito.

Os padrões **St 2**, **St3**, **Sa 1** e **Sa 2**, não se aplicam em superfícies com Grau A de corrosão.

Para além das normas acima referidas, podem indicar-se como referências para os requisitos que as superfícies devem evidenciar antes da aplicação do tratamento protector da corrosão as seguintes:

- prEN 1090 (dados complementares no seu Anexo K);
- EN ISO 12944 para superfícies a pintar;
- EN ISO 14713 para superfícies a galvanizar;
- EN ISO 14616 para superfícies a tratar por projecção de metal.

4.5.4. METALIZAÇÃO E GALVANIZAÇÃO

A metalização deverá ser efectuada imediatamente após a preparação da superfície, evitando o período que permita a oxidação superficial e comprometa a aderência do revestimento protector.

A superfície deverá estar perfeitamente limpa e seca, pelo que todo o abrasivo e partículas de superfície produzidas pela operação de decapagem terão de ser cuidadosamente removidos, e nenhum tratamento poderá ser aplicado sem a prévia aprovação da Fiscalização.

4.5.4.1. Metalização a Frio

A metalização a frio baseia-se num esquema de protecção que se enquadra no campo das pinturas dado que consiste na aplicação de um primário.

Este tipo de tratamento só é permitido em estruturas metálicas quando combinado com uma pintura de acabamento de elevada qualidade, sugerindo-se o seguinte esquema [33]:

- Aplicação de primário para aço do tipo PVC – alquídico/fosfato de zinco (primário anticorrosivo activo, de secagem rápida, um componente, na base de uma combinação de resina sintética e fosfato de zinco com elevada espessura de película seca, contendo solventes, embora seja fisiologicamente inócuo e não poluente) com espessura seca de filme de 80 micron;
- Acabamento de pintura com tinta à base de resinas e endurecedor, com elevada espessura de filme (≥ 40 micron), aplicada em duas demãos.

4.5.4.2. Metalização a Quente

A metalização a quente é um processo que consiste na projecção de zinco puro, a quente, por uma pistola para o metal decapado, do tipo da apresentada na figura 4.33. O zinco é introduzido na pistola sob a forma de arame e confere, no final do tratamento, um efeito ligeiramente rugoso de cor cinzenta clara e isento de brilho, como se observa na figura 4.34.



Fig. 4.33 – Pistola para metalização a quente



Fig. 4.34 – Peça metalizada a quente após decapagem com jacto de granalha de aço

4.5.4.3. Galvanização

Na galvanização as peças de aço ou ferro fundido são imersas numa solução de ácido clorídrico para retirar a ferrugem, passando depois para uma solução de zinco electrolítica. Este banho confere-lhe um aspecto liso e ligeiramente brilhante, normalmente de cor semelhante à da prata, tal como a figura 4.35 evidencia.

A principal vantagem da galvanização reside no facto de ser um processo de revestimento para peças de qualquer tamanho, peso, forma e complexidade, permitindo preencher mesmo os contornos mais difíceis.

A temperatura normal na cuba de galvanização é de 445 a 455°C, sendo a velocidade da reacção muito rápida a princípio, formando-se durante esse período inicial a maior parte da espessura da camada. Em seguida, a reacção passa a ser mais lenta e a espessura não aumenta muito, mesmo que a peça permaneça imersa por longo período.

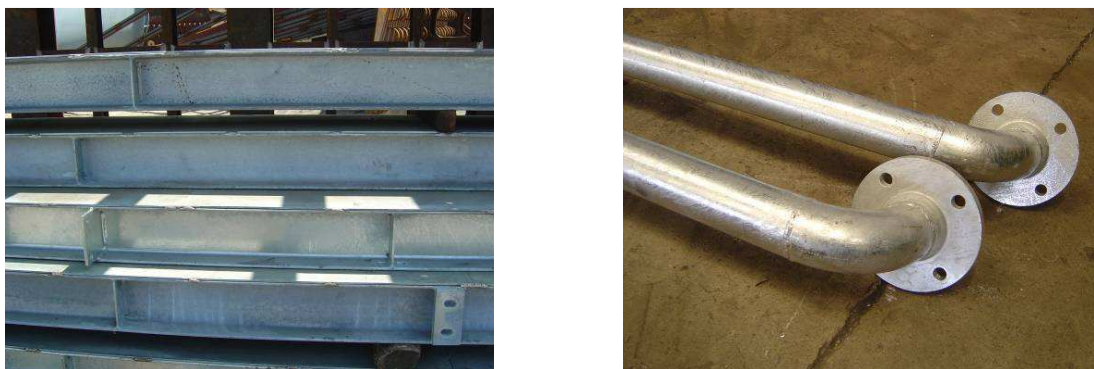


Fig. 4.35 – Exemplos de peças galvanizadas

Existem ainda outras formas de tratamento com zinco, como a electrodeposição ou a *sherardização*, que, atendendo à reduzida penetração no mercado das estruturas metálicas correntes, não foram analisadas no âmbito deste trabalho.

4.5.5. APLICAÇÃO DE TINTAS

Tal como a preparação de superfícies atrás referida, a metodologia utilizada durante a aplicação de uma tinta pode determinar o comportamento futuro de um revestimento por pintura. A actuação de uma tinta de qualidade e elevado custo pode ficar comprometida caso se verifiquem erros de aplicação.

4.5.5.1. Planeamento e Condições de Trabalho

Uma boa regra de pintura deve englobar um planeamento adequado que tenha em consideração tempos de secagem e cura, intervalos de recobrimento e tempos necessários para montagem e desmontagem dos meios de acesso.

As condições microclimáticas devem ser estudadas e se possível controladas. A **temperatura do substrato** deve situar-se sempre acima do ponto de orvalho para evitar a condensação de humidade sobre a superfície. A **temperatura ambiente** é também importante. Como regra geral, as tintas de cura química e as de base aquosa não devem ser aplicadas a temperaturas inferiores a 10°C, enquanto as de secagem física não devem ser aplicadas a temperaturas que ultrapassem os 45°C. Este tipo de restrições apenas pode ser ultrapassado mediante utilização de formulações especiais. A **humidade relativa** constitui também um factor importante a controlar. Com muito poucas excepções, as tintas apresentam durabilidade muito mais acentuada quando aplicadas a uma humidade relativa inferior a 85%. No caso particular de tintas, como as de silicato inorgânico de zinco, que curam por reacção com a humidade do ar torna-se fundamental o seu controlo. A **temperatura da tinta** é também importante pois a viscosidade e consequente aplicabilidade é determinada por esta grandeza.

4.5.5.2. Preparação da Tinta

As partículas sólidas, como os pigmentos, que entram na composição das tintas tendem a sedimentar na lata durante os períodos de armazenamento mais longos. Por esta razão, torna-se fundamental proceder a uma homogeneização do produto antes de o aplicar.

4.5.5.3. Escolha do Método de Aplicação

O aplicador de revestimentos por pintura encontra à sua disposição vários métodos de aplicação. A escolha do processo adequado influencia não só a qualidade da pintura como a quantidade de tinta gasta.

Os métodos de aplicação mais utilizados podem ser divididos em três grupos: **aplicação manual** (trincha, rolo, luva), **aplicação à pistola** (convencional, sem *ar-airless*, mista, electrostática, de vias múltiplas) e **aplicação por mergulho** (imersão simples, electrodeposição).

A escolha do método depende do tipo de revestimento a ser aplicado, da existência de áreas adjacentes que possam ser danificadas e do grau de habilidade e experiência do aplicador. Qualquer que seja o método utilizado o equipamento deve ser sempre de primeira qualidade e deve ser mantido em boas condições.

Uma vez que os processos de aplicação manual são bastante conhecidos e os processos de imersão são pouco utilizados na construção metálica, descrevem-se no quadro 4.7 as principais vantagens e limitações dos métodos de aplicação à pistola.

Quadro 4.7 – Métodos de aplicação de tintas à pistola – suas vantagens e desvantagens [44]

Métodos	Vantagens	Desvantagens
Todos os métodos de aplicação à pistola se baseiam num processo de atomização da tinta líquida. Forma-se, assim, uma nuvem de pequenas gotículas que, por projecção, se depositam no substrato a pintar. A forma como a atomização é levada a efeito permite a distinção de três métodos básicos:		
Sistema convencional ou com ar : a tinta é atomizada por intercepção de jactos de ar comprimido.	▪ Elevada qualidade de acabamento. O fluxo de tinta é ajustável tornando fácil a reprodução de uma espessura uniforme de revestimento; ▪ Produtividade superior à dos métodos manuais; ▪ Equipamento com um custo menos elevado do que a pistola sem ar.	▪ Algumas tintas exigem bicos especiais; ▪ Elevadas perdas de tinta; ▪ Exige por parte do aplicador protecção visual e respiratória; ▪ Não deve ser utilizada em exterior, preferindo-se, muitas vezes a aplicação em cabines de pintura; ▪ Reduzido poder de molhagem e, em superfícies pouco limpas, tende a permitir que a película se disponha sobre os contaminantes sem cobrir adequadamente o substrato; ▪ Não adequado para a aplicação de tintas de alta espessura.
Sistemas sem ar (airless) : a atomização é provocada pela libertação da tinta a alta pressão através de um pequeno orifício.	▪ Alta produtividade; ▪ Bom poder de molhagem; ▪ Possibilidade de aplicar tintas de alta espessura; ▪ Possibilidade de se adaptarem extensões, flexíveis ou não, permitindo a aplicação em zonas de difícil acesso.	▪ Equipamento caro quando comparado com a pistola convencional; ▪ Devido à alta pressão de trabalho os aplicadores são, muitas vezes, tentados a aplicar a tinta a distâncias excessivas, provocando pulverização seca com a consequente sub-espessura e má formação de filme.

Métodos	Vantagens	Desvantagens
Sistema electrostático : a tinta é atomizada ao ser carregada electricamente quando abandona um disco rotativo ou é carregada após uma atomização por qualquer um dos métodos referidos acima.	▪ A pulverização seca e a perda de tinta são bastante reduzidas; ▪ Obtenção de uma espessura de filme muito precisa e uniforme; ▪ O risco de falhas é muito baixo e pintam-se convenientemente cantos e arestas exteriores; ▪ Método ideal para revestir objectos metálicos de pequenas dimensões e formas complexas com películas uniformes e de excelente acabamento.	▪ Elevado custo de equipamento; ▪ Necessita de formulação especial das tintas; ▪ Impossibilidade de aplicar espessuras elevadas.



Fig. 4.36 – Pistola convencional com alimentação por aspiração



Fig. 4.37 – Bomba pneumática para pistola *airless*



Fig. 4.38 – Pistola electrostática com gerador incorporado

4.5.5.4. Esquemas de Pintura

À semelhança do já indicado a propósito da metalização a frio, refira-se que as tintas de fundo, ou primários, são aplicadas directamente sobre a superfície metálica limpa. A sua finalidade é a de promover aderência do esquema ao substrato, e contêm habitualmente, pigmentos inibidores de corrosão. Elas são utilizadas para a protecção dos aços estruturais, e são classificadas de acordo com os pigmentos inibidores adicionados na sua composição. Como exemplos, temos as tintas de fundo à base de fosfato de zinco, de zinco metálico ou de alumínio. As tintas de fundo são formuladas com altos teores de pigmentos e, por isso, são semibrilhantes ou foscas.

As tintas intermédias não possuem as mesmas propriedades das tintas de fundo anticorrosivas, mas auxiliam na protecção, fornecendo espessura ao sistema de pintura usado (protecção por barreira). De um modo geral, quanto mais espessa a camada seca, maior a vida útil do revestimento, daí que, várias demãos poderão ser aplicadas, até que se atinja a espessura adequada.

As tintas intermediárias e de acabamento são, normalmente, classificadas de acordo com os ligantes que se encontram na sua composição, denominando-se por, epoxídicas, vinílicas, poliuretânicas, ou outras.

As tintas de acabamento têm a função de proteger o sistema contra o meio ambiente e também formar a cor e o brilho adequados. Elas devem ser resistentes às intempéries, a agentes químicos e ter cores estáveis. Em regra, são tintas brilhantes com boa resistência à perda de cor e brilho.

Como cuidado básico refere-se que as várias camadas de pintura devem, naturalmente, ser compatíveis entre si. Elas podem pertencer à mesma família ou podem ser muito diferentes. Uma precaução que sempre deve ser adoptada é a de que todas as tintas do sistema pertençam preferencialmente ao mesmo

fabricante. Isto minimizará a possibilidade de ocorrência futura de defeitos, de que a delaminação (descolamento) é exemplo.

Na elaboração de um sistema de pintura, todos os dados devem ser considerados, destacando-se o ambiente, substrato, a preparação de superfície, as tintas, a sequência de aplicação, o número de demãos, as espessuras, os tipos de aplicação e as condições de trabalho a que estará submetida a superfície. Quanto melhor a preparação de superfície e maior a espessura, mais duradoura será a protecção que o sistema oferecerá ao aço. As espessuras das camadas de tinta podem ser medidas quando a tinta ainda se encontra húmida, com um pente, e depois de seca, com um medidor electrónico, como se observa nas figuras 4.39 e 4.40.

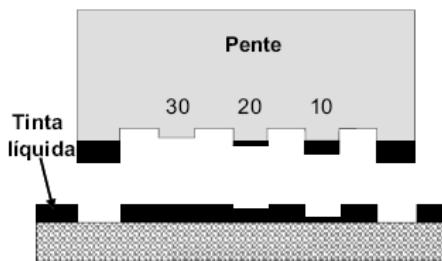


Fig. 4.39 – Medidor de espessura húmida (pente) [43]



Fig. 4.40 – Medidor de espessura seca (electrónico)

Finalmente, deve ser ressaltado que a aplicação de protecção contra a corrosão deve ser estudada em conjunto com a necessidade de protecção ao fogo (protecção passiva) da estrutura. A aplicação de protecção passiva em áreas internas, onde não exista condensação de água não requer preparação de superfície, a não ser a retirada de carepa e ferrugem soltas, além de graxas e óleos, quando existirem.

4.5.5.5. Tipos de Defeitos

Nesta secção pretende-se introduzir uma breve análise dos defeitos de pintura e das suas formas de prevenção.

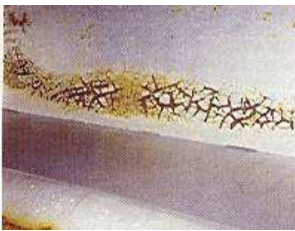
Se é reconhecido que nenhum revestimento dura para sempre, e que mais cedo ou mais tarde a película se deteriora e acaba por apresentar falhas no seu processo natural de envelhecimento, também é verdade que quando a tinta não se comporta da forma esperada, ou quando essas falhas ocorrem antes do fim da vida útil prevista, o fenómeno pode ser considerado como um **defeito de pintura**.

Quando se observa um defeito de pintura é importante desenvolver uma análise sistemática e atenta que permita detectar a sua natureza e as suas causas. Muitas vezes podem existir várias razões possíveis para um defeito de pintura. Por essa razão, não se devem tirar conclusões precipitadas sem se ter procedido a uma investigação completa. Uma determinação errada da causa conduzirá seguramente a uma solução errada. De uma análise sistemática fazem parte diversas fases com uma observação visual atenta, testes e ensaios, conhecimento dos antecedentes e uma avaliação conclusiva acerca das causas e possibilidades de solucionar o problema. Por vezes, estas conclusões só podem ser estabelecidas utilizando a experiência e o equipamento de um laboratório.

A terminologia e as definições dos defeitos de pintura encontram-se normalizados na Norma Portuguesa NP-111 de 1982.

Apresentam-se no quadro 4.8 alguns exemplos dos defeitos que mais vulgarmente se observam:

Quadro 4.8 – Defeitos de pintura: causas e fotografias elucidativas [44]

Defeitos	Fotografia
FISSURAÇÃO, FENDILHAMENTO Causadas por uma má preparação de superfície, má agitação da tinta antes da aplicação ou humidade no equipamento.	
CASCA DE LARANJA - Causada por tinta muito viscosa, evaporação rápida do solvente, distância de aplicação reduzida ou pressão elevada; - Remoção por lixagem.	
PERDA DE BRILHO, EMBACIAMENTO Provocados por baixa espessura do filme, aplicação sobre camada pouco seca, condições ambientais muito frias ou húmidas durante a secagem, utilização de diluentes não adequados.	—
ESPESSURA NÃO UNIFORME Causada por má técnica operatória ou forma do elemento a pintar.	—
ESCORRIMENTOS - Provocados por excesso de espessura localizada (má técnica operatória) ou adição exagerada de diluente; - Remover com trincha quando húmido, ou por lixagem se seco.	
ENRUGAMENTOS Causados por aplicação de uma camada muito espessa e em condições de secagem muito quente.	
EMPOLAMENTOS, DESPELAMENTOS Causados por aplicação de camadas sobre outras pouco secas (evaporação solventes), ou desrespeito pelo intervalo máximo de recobrimento.	—

Defeitos	Fotografia
FARINAÇÃO E ESFARELAMENTO	
Provocado pela perda de um ou mais constituintes da camada através da sua transformação em pó, frequente em produtos baseados em borracha clorada.	–

4.6. MONTAGEM DA ESTRUTURA

A fase de montagem em obra corresponde ao culminar do processo produtivo e deve ser alvo de um plano cuidadoso de montagem, a elaborar pelo empreiteiro.

O plano de montagem, que também se pode apelidar de procedimento específico de produção para a actividade de montagem da estrutura, será analisado pela fiscalização e só após a sua aprovação poderão ser iniciados os trabalhos. Caso a fiscalização possua, no decurso da montagem, dúvidas acerca da instalação de esforços nas peças que excedam os de dimensionamento deve contactar o projectista.

Para além das considerações que se indicarão de seguida, convém atender-se ao capítulo 9 da prEN 1090-2 [35] para efeitos de montagem da estrutura.

4.6.1. ORGANIZAÇÃO DO ESTALEIRO

Antes da montagem tem de ser definida uma área para colocação das peças pré-fabricadas em estaleiro.

A gestão da quantidade e da ordem de envio das peças para estaleiro deve ser agilizada em função da área disponível para armazenamento e do número de meios de elevação a mobilizar.

4.6.1.1. Materiais

Partindo do princípio que as peças a recepcionar em obra foram já inspeccionadas pela fiscalização, nos processos de fabrico na metalomecânica e de tratamento superficial, resta confirmar em obra as marcações que possuem, de forma a não surgirem dúvidas quanto à posição que ocuparão e a que outros elementos ficarão ligadas.

No caso de peças ou materiais que não tenham sido previamente recepcionados há que proceder ao respectivo processo de recepção para que possam ser utilizados em obra. Dentro deste grupo incluem-se as argamassas de nivelamento e selagem, que devem ser armazenadas em local seco, estar devidamente embaladas e identificadas, e cumprir as especificações do fabricante no que respeita aos empilhamentos dos sacos e ao prazo de armazenamento.

Como foi referido anteriormente, os perfilados têm de ser arrumados sobre suportes de modo a isolá-los do solo e dispostos de modo a evitar a retenção de águas sobre as peças. Para além disso, devem também ser colocados apoios suficientes para não introduzir distorções nas peças, sendo colocadas sempre de modo que a flexão surja pelo eixo forte.

O empreiteiro é responsável pela protecção das peças da estrutura até ao momento em que ela esteja montada e recepcionada, devendo tomar precauções para evitar a danificação da pintura e a acumulação de lama, sujidade e outras matérias estranhas que impedirão uma posterior boa aplicação de pintura nas zonas que seja necessário tratar em obra.

4.6.1.2. Equipamentos

O estaleiro tem de possuir as condições necessárias para receber os funcionários responsáveis pela montagem da estrutura bem como os respectivos equipamentos de elevação, nomeadamente gruas. No caso das gruas há que assegurar, antes da sua instalação, que os solos onde se posicionam as suas sapatas possuem adequadas características de resistência, ou que serão melhorados para o efeito.

As gruas e outros meios de elevação devem possuir alcance suficiente para os materiais a erguer e a posicionar.

4.6.2. CHUMBADOUROS

Os chumbadouros podem ser instalados por dois processos distintos, em simultâneo com a betonagem dos apoios de betão armado ou, se o projectista o autorizar, após cura do betão e antes da instalação da estrutura metálica.

Quando os chumbadouros forem instalados em fase de betonagem, a sua colocação deverá ser executada tomando as necessárias precauções para que o seu posicionamento não seja modificado, por deslocamentos inadvertidos e imperceptíveis, associados a movimentações da armadura ou decorrentes da vibração do betão.

Nos casos em que os chumbadouros são instalados em fase posterior, por abertura de furos no suporte, seguidos de preenchimento com argamassas de retracção compensada (*grout*) ou resinas *epoxi*, devem respeitar-se as indicações do fabricante do produto de selagem, nomeadamente no que respeita ao diâmetro do furo (função do diâmetro do chumbadouro), à limpeza e secura do mesmo e à forma de preparação e aplicação do produto.

Uma vez instalados os chumbadouros por um destes processos, o empreiteiro deve verificar, antes de iniciar a montagem, a implantação e os níveis de todos os chumbadouros e de todos os maciços de fundação.

Caso o empreiteiro responsável pela estrutura metálica não tenha sido responsável pela instalação dos chumbadouros e detecte irregularidades nos seus posicionamentos, deve informar de imediato a fiscalização e aguardar por instruções desta.

Numa fase posterior, após elevação e posicionamento dos pilares, o espaço entre as chapas de base dos pilares e os maciços de fundação deve ser preenchido com recurso a argamassas de assentamento. Antes de se proceder a esta operação a estrutura não pode ser carregada.

4.6.3. ESCORAMENTOS PROVISÓRIOS

Os pórticos isolados devem ser estabilizados, se necessário, por meio de estruturas provisórias enquanto não estiverem ligados entre si, pelos elementos de travamento definidos no projecto de execução.

Todas as estruturas provisórias de escoramento e contraventamento são definidas e fornecidas pelo empreiteiro. Devem ser retiradas quando a parte em causa da estrutura já se encontre auto-suficiente, sendo reutilizados onde sejam necessários no desenrolar da obra, daí que a sua fácil remoção também tenha de estar devidamente pensada e acautelada.

No final dos trabalhos deve proceder-se à limpeza e remoção destas estruturas provisórias.

4.6.4. CONDIÇÕES PARA MONTAGEM

Um factor importante a verificar aquando da montagem da estrutura prende-se com as condições climáticas. Ventos fortes e chuvas intensas, que tornem inseguras as operações de movimentação de peças e de posicionamento dos técnicos nas zonas onde se localizam as ligações da estrutura, obrigam à suspensão dos trabalhos.

A existência de uma envolvente edificada adjacente à obra pode tornar-se também numa condicionante, na medida em que obriga a equacionar e a examinar possíveis danos causados a terceiros no decurso dos processos de movimentação de peças e de instalação de escoramentos.

Como condição prévia, refira-se que é também necessário assegurar que os eixos principais, e as marcas de nivelamento necessárias à execução da tarefa, são referenciados a pontos fixos do apoio topográfico e que estes não desaparecerão durante a montagem da estrutura.

Antes de se iniciarem os trabalhos de colocação da primeira peça da estrutura metálica, o empreiteiro deve informar a Fiscalização da data e hora exacta em que pretende iniciar os trabalhos, de modo a que esta possa estar presente.

A execução de soldaduras em obra deve ser evitada e caso seja necessário executá-las com temperaturas adversas deve-se instalar uma protecção (“tendas de soldadura”) para evitar que se dê o arrefecimento brusco das soldaduras. Em condições atmosféricas favoráveis, tal como ilustrado nas figuras 4.41 e 4.42, tal protecção é dispensável.



Fig. 4.41 – Soldaduras em obra [45]



Fig. 4.42 – Pormenor de uma soldadura em obra [45]

4.6.5. COLOCAÇÃO DA ESTRUTURA

As peças que compõem a estrutura devem ser montadas respeitando, com precisão, os alinhamentos e cotas indicadas nos desenhos de projecto. A estrutura, no seu conjunto, tem de ser devidamente posicionada antes da realização das ligações definitivas e da execução das selagens.

Como advertência importante refira-se que, caso existam erros de montagem, estes não poderão ser corrigidos por calor e que, antes de se proceder à sua correcção, é necessária a respectiva autorização da Fiscalização.

No final, devem-se retocar as pinturas que tenham ficado danificadas durante a montagem e proceder ao tratamento das ligações soldadas executadas em obra. Estas actividades têm de ser executadas de acordo com o procedimento de tratamento e pintura definido em projecto para a fase de montagem em obra.

Durante a execução da estrutura metálica deve-se proceder à sua ligação à terra.



Fig. 4.43 – Elevação de uma peça [45]



Fig. 4.44 – Posicionamento de uma peça [45]

4.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conteúdos apresentados neste capítulo contribuíram para definir a metodologia de fiscalização de estruturas metálicas, servindo de base para a elaboração das fichas ou *check-lists* que se encontram em anexo e que serão alvo de análise nos capítulos 5 e 6.

No entanto, embora o domínio de todas as recomendações referidas para cada uma das tarefas do processo de fabrico, transporte e montagem de estruturas metálicas seja de extrema importância, nunca seria possível reproduzi-las na íntegra nestas fichas, pois tornar-se-iam excessivamente extensas e dificilmente aplicáveis.

Neste contexto, com base no domínio tecnológico que a elaboração do presente capítulo proporcionou, prepararam-se as referidas fichas, seleccionando as recomendações mais pertinentes para constarem no rol de verificações que se pretendia empreender na aplicação prática das mesmas.

5

PROCESSOS DE FISCALIZAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

5.1. AS FASES DE FABRICO E CONSTRUÇÃO

Apesar de no capítulo introdutório se ter indicado a opção pelo estudo dos componentes estruturais de construções porticadas ligeiras, a verdade é que as fases de fabrico destes componentes, e as actividades que lhe estão associadas, são em tudo similares aos componentes estruturais de outros tipos de edifícios de estruturas metálicas.

De forma simplista pode sugerir-se que o processo de fabrico se inicie com a recepção dos diversos materiais, prossiga com o fabrico na metalomecânica e culmine após o tratamento superficial na unidade de tratamento superficial e pintura, que pode ou não pertencer à metalomecânica. A fase seguinte corresponde ao transporte dos componentes prontos para a obra e à sua montagem no local. Esta última etapa, fase de construção, pela visibilidade e riscos que encerra é a fase mais importante do processo produtivo. Por último convém indicar também a fase da manutenção, que corresponde ao somatório de pequenos períodos de intervenção ao longo do período de utilização da estrutura, mas cuja definição de actividades associadas extrapola o âmbito do presente trabalho.

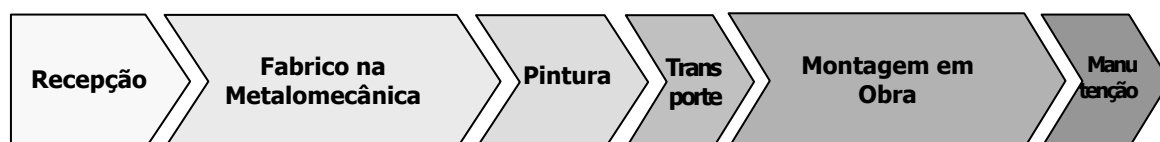


Fig. 5.1 – Fases do processo de fabrico e construção de uma estrutura metálica

Se atendermos à imagem da figura 5.1, facilmente se depreende que as fases de fabrico na metalomecânica e de montagem em obra são as fases mais longas do processo. A montagem em obra será tão mais rápida quanto melhor forem os componentes preparados na metalomecânica. Estes devem ser ensamblados em subestruturas de ligação fácil em obra e com dimensões e pesos que permitam não só um transporte sem problemas, mas também a não afectação de equipamentos de suspensão das peças diferentes dos correntemente utilizados e disponíveis para aluguer no mercado.

A fase de recepção de materiais reveste-se também de um peso significativo, dado que é necessário verificar a conformidade de todos os materiais a afectar ao processo produtivo, desde o perfil metálico de maiores dimensões até ao mais simples eléctrodo de soldadura. A forma de etiquetagem destes materiais, o seu acondicionamento e o registo dos seus consumos são processos que demoram bastante tempo e consomem recursos que, muitas vezes, os construtores não estão interessados em disponibilizar.

Embora a maioria dos materiais sejam recepcionados na metalomecânica há também materiais que são recepcionados na unidade de tratamento e pintura (materiais para decapagem, primários, tintas, etc.) e outros em obra (consumíveis para soldaduras, primários e tintas para retoques em obra, etc.).

O tratamento superficial, que em vocabulário corrente e pouco técnico é normalmente apenas designado por pintura, é uma etapa cuja duração está condicionada ao grau de exigência do tratamento proposto em projecto mas também à disponibilidade da estação de tratamento para dar seguimento ao trabalho. De facto, por norma, as empresas que se dedicam a esta actividade não são pertença das próprias metalomecânicas conduzindo a que, principalmente em alturas de muito trabalho (como ocorreu por exemplo, aquando da EXPO 98 ou da elaboração das estruturas e coberturas metálicas dos recintos desportivos para o Euro 2004), se a encomenda não for agendada com a devida antecedência possam verificar-se atrasos significativos que condicionem a entrada em obra das peças tratadas.

Apesar de a fase de transporte na figura 5.1 corresponder apenas à passagem das peças tratadas e pintadas para a obra, esta realidade não corresponde integralmente à verdade na medida em que é necessário proceder ao transporte das peças da metalomecânica para a oficina de tratamento e desta, por vezes, para a de pintura, ou ainda proceder a armazenamentos provisórios por insuficiente capacidade da área de armazenagem dos parques das indústrias. No entanto, a fase mais delicada consiste efectivamente na passagem das peças já tratadas e pintadas para a obra pois é nesta fase que deve haver mais cuidados para evitar a criação de lesões nas mesmas que inviabilizem a sua aplicação posterior. Como consideração complementar convém referir que a fase de transporte inclui, para além do transporte propriamente dito, as operações de carga e descarga, nas quais se verificam a maioria dos acidentes, associadas à elevação e deposição no solo das peças metálicas.

A adopção de uma gradação de cores na figura atrás apresentada não foi aleatória e pretende transmitir a noção de que qualquer falha não detectada numa etapa inicial do processo terá repercussões cada vez com mais impacto à medida que o projecto evolui, na medida em que se tornará cada vez mais difícil substituir o componente afectado. Este impacto, na construção de um edifício, trará não só graves implicações financeiras mas também derrapagem no prazo de execução da obra, implicando a não satisfação dos objectivos do cliente numa lógica de obtenção de um produto final (obra) de qualidade.

Assim, e tal como sumariamente referenciado no capítulo introdutório, o processo de fiscalização de estruturas metálicas exige um acompanhamento, de carácter preventivo, dos processos a montante da fase de montagem em obra. Tal acompanhamento, embora seja entendido pelas empresas metalomecânicas mais competitivas como uma forma de garantia de qualidade do produto e de melhoria contínua dos processos, é ainda encarado por muitas empresas mais pequenas como uma atitude ostensiva das equipas de fiscalização no sentido de burocratizar processos, agravar os custos e comprometer as datas de entrega dos trabalhos encomendados.

A principal noção que importa difundir prende-se com o facto de a metalomecânica e a unidade de tratamento superficial serem verdadeiros pré-estaleiros de obra, nos quais uma presença atenta e cooperante da fiscalização pode constituir um verdadeiro acompanhamento de garantia de qualidade da obra.

Por tudo isto, deverão os coordenadores das equipas de fiscalização e os seus agentes no terreno, com vista a salvaguardar o interesse dos donos de obra que representam e o próprio êxito dos construtores, continuar a insistir para que o acompanhamento da fiscalização desde a primeira etapa do processo produtivo se transforme cada vez mais num procedimento normal e enraizado, encarado como uma forma profícua de partilha de conhecimento entre os intervenientes no processo produtivo.

5.2. FLUXOGRAMAS DE ACTIVIDADES

Uma vez definidas as fases de produção, importa definir a abordagem a adoptar para cada uma delas na óptica dos procedimentos de fiscalização e detalhar as actividades que compõem cada uma das fases principais do processo.

A metodologia seguida consistiu na definição de um plano de controlo de conformidade, que na secção seguinte se verá como foi organizado, que permita incidir sobre as verificações mais importantes a levar a cabo.

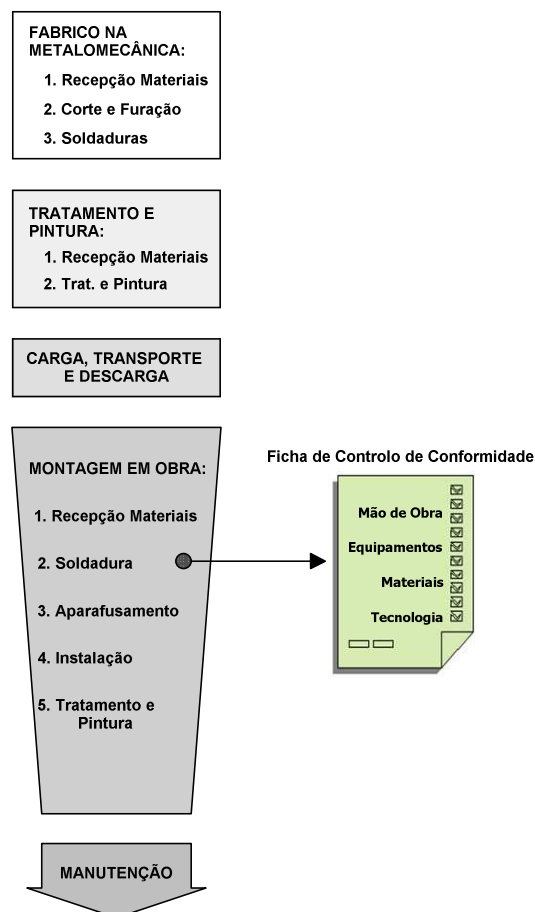


Fig. 5.2 – Actividades associadas às fases mais importantes de produção e respectivo controlo

A figura 5.2 corresponde a um desenvolvimento da figura inicial, incluindo para as fases mais importantes do processo quais as actividades mais significativas, e pretende transmitir a noção de que a forma de controlar a conformidade destas mesmas actividades deverá incidir sobre quatro vectores-chave: a mão-de-obra, os equipamentos, os materiais e a tecnologia.

Uma técnica que normalmente é utilizada na estruturação do pensamento e na definição de metodologia de intervenção assenta na elaboração de fluxogramas de actividades que, de forma clara, indiquem quais os pontos de início e de fim dos processos, bem como as principais actividades e os critérios de aceitabilidade para se poder passar de uma determinada tarefa à seguinte.

Em termos gerais pode representar-se o processo de fiscalização de estruturas metálicas da seguinte forma:

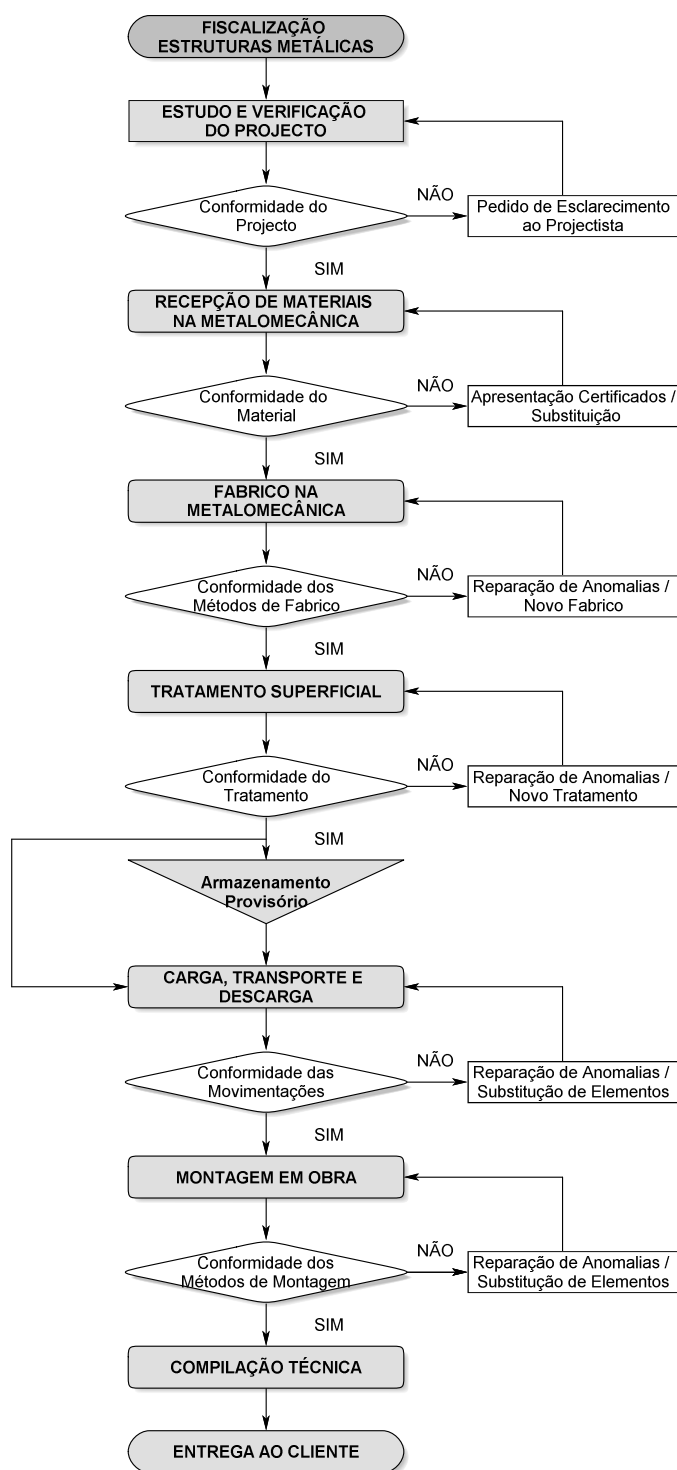
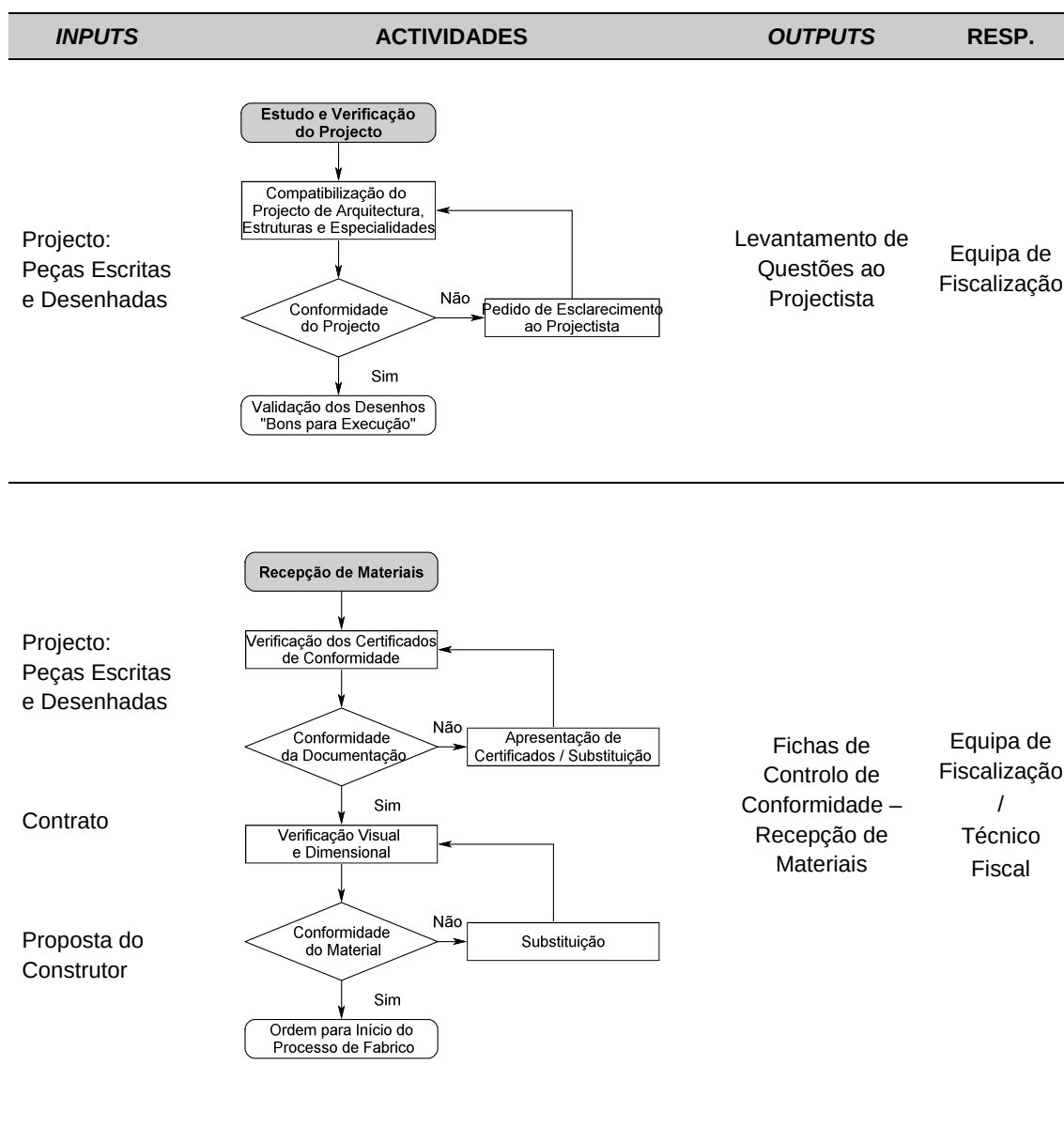


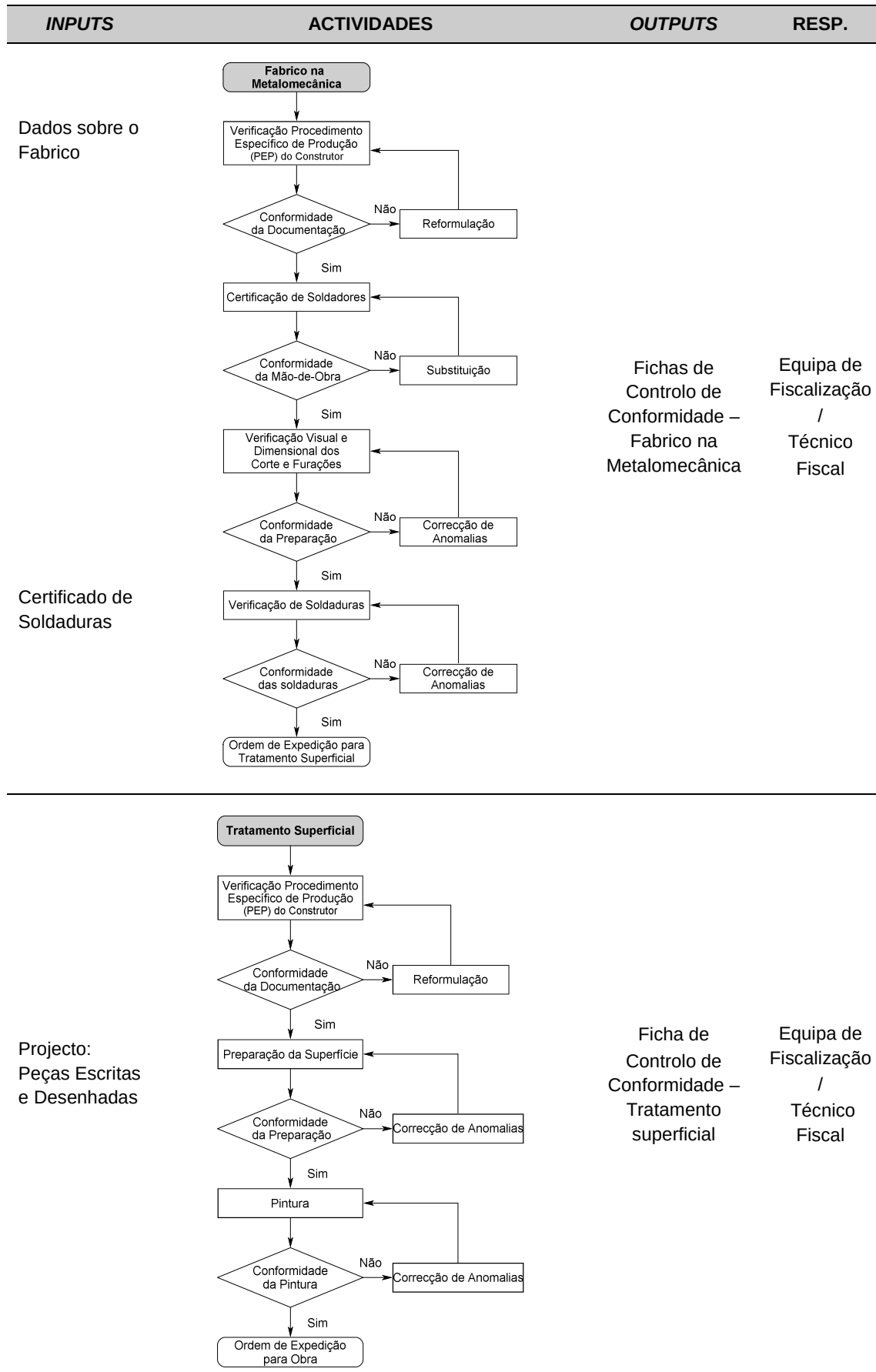
Fig. 5.3 – Fluxograma geral do processo de fiscalização de estruturas metálicas

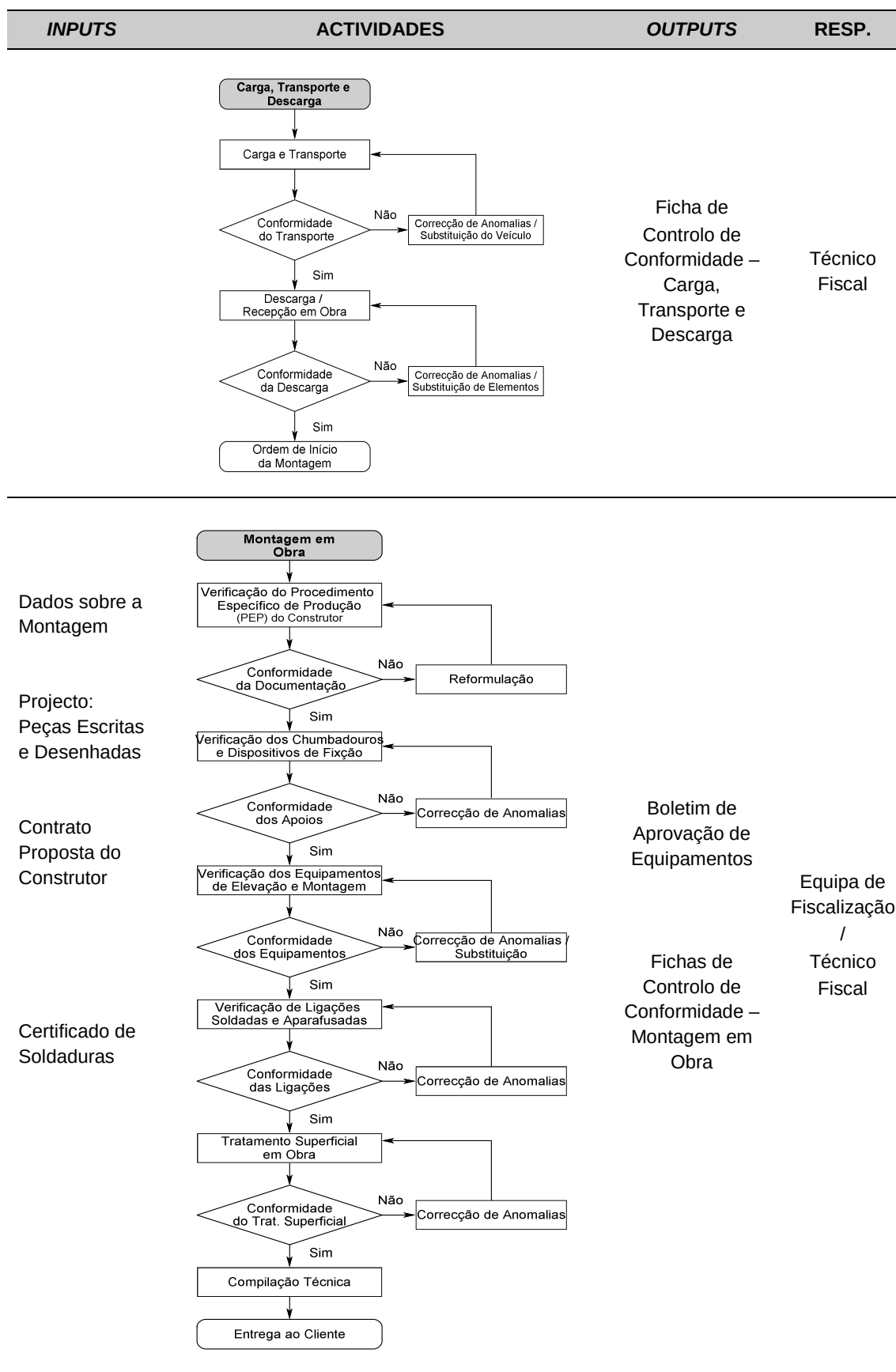
O fluxograma apresentado indica as fases de produção já referenciadas e sugere que, caso se verifique a conformidade das actividades a desenvolver nessa mesma fase, se avance para a fase seguinte e, em caso contrário, se proceda à correcção da anomalia ou substituição de componentes afectados para nova avaliação de conformidade que permita a passagem para a próxima fase produtiva. Apresenta ainda uma fase inicial de análise do projecto, na qual a equipa de fiscalização deverá expor as suas questões ao projectista, e uma fase de encerramento que precede a entrega da obra ao cliente e que consiste na preparação da compilação técnica.

Uma vez definido o fluxograma geral, torna-se essencial pormenorizar cada uma das actividades referenciadas, cruzando-as com os *inputs* e *outputs* que lhe estão associados e os responsáveis pela sua execução. Este tipo de decomposição é essencial para uma posterior elaboração de fichas de controlo de conformidade aplicáveis a tarefas específicas.

Quadro 5.1 – Fluxograma detalhado do processo e respectiva matriz de *inputs*, *outputs* e responsabilidades







5.3. PROCEDIMENTO GERAL DE CONFORMIDADE

Na fase inicial do processo de fiscalização a equipa de fiscalização tem por obrigação, com base nas peças escritas e desenhadas de projecto e nas visitas que efectuar ao local, verificar a conformidade dos elementos do projecto com as condições actualizadas de implantação da obra. Deverá ainda analisar o projecto de Estruturas, Arquitectura e Especialidades no que concerne a intersecções e dispositivos de apoio bem como identificar os vários materiais propostos, o seu tipo de tratamento e a aplicabilidade da sua utilização combinada. A exequibilidade do procedimento construtivo proposto em fase de projecto deverá também ser alvo de análise pela equipa de fiscalização.

Depois de concluído este processo de verificação e organizadas as questões em correspondência com os documentos do contrato o coordenador da fiscalização enviará, por escrito, as suas questões ao projectista, solicitando os esclarecimentos que permitam definir melhor as situações omissas ou solucionar possíveis situações de conflito.

Depois de recebidos os esclarecimentos e resolvidos todos os problemas, deverá solicitar o envio por parte do projectista dos desenhos “Bom para Execução” e carimbar as versões impressas ao empreiteiro.

No que respeita à recepção de materiais, na metalomecânica, na unidade de tratamento superficial e na obra, a equipa de fiscalização deverá basear-se nas peças de projecto e nos documentos contratuais. No entanto, no caso de obras de concepção/construção ou de propostas condicionadas, deverá ter o cuidado de analisar atentamente a proposta do construtor no que respeita à definição de materiais omissos ou à alteração de soluções de projecto.

A principal missão do técnico fiscal nesta fase é de inspecionar os materiais recepcionados, de forma visual e dimensional, verificar a respectiva documentação de apoio e proceder à validação dos boletins de aprovação de materiais recepcionados. A forma de acondicionamento dos materiais deverá também ser alvo de inspecção pelo fiscal. Verificando-se a conformidade dos materiais recepcionados a implicar ao fabrico cabe ao técnico fiscal dar ordem para início deste.

Convém salientar que, de acordo com a evolução tecnológica dos processos de fabrico dos materiais que normalmente se utilizam na construção metálica, estes materiais são totalmente certificados por entidades competentes. Esta constatação simplifica bastante o processo de fiscalização na medida em que dispensa a fiscalização da necessidade de executar ensaios complexos para inferir conclusões acerca das propriedades dos materiais, contribuindo para projectar a construção metálica no domínio do rigor quando comparada com outros tipos de construção, de cariz mais tradicionalista.

Na fase de fabrico na metalomecânica a equipa de fiscalização deverá dispor já de um procedimento emanado pelo empreiteiro que explique como ele, ou o seu subempreiteiro, tenciona executar a estrutura em oficina. Para tal deverá solicitar-lhe formalmente o envio de um documento que se pode apelidar de “Procedimento Específico de Produção”, ou simplificadamente PEP, que detalhe, entre outros, a sequência de fabrico a adoptar, os prazos parcelares associados, as condições de segurança a verificar e os recursos humanos e materiais a afectar ao fabrico.

A definição deste documento, embora não sendo original deste trabalho, constitui algo de inovador face à bibliografia da especialidade na medida em que obriga o empreiteiro a sistematizar as suas acções e a detalhar, com um rigor muito superior ao da memória descritiva e justificativa do plano de trabalhos (que muitas vezes se torna obsoleto passado pouco tempo da sua apresentação ou aprovação), a forma como irá executar as suas actividades. A fiscalização analisará este documento e informará o empreiteiro das alterações que entenda ser conveniente implementar, ficando deste modo

com um domínio muito mais esclarecido dos trabalhos a realizar, evitando-se os conflitos desagradáveis associados à constatação de realização de tarefas para as quais não estava informada.

O PEP aplicado às estruturas metálicas deverá ser elaborado para as fases de fabrico na metalomecânica, tratamento superficial e montagem em obra.

Uma componente importante na fase de fabrico é a do estabelecimento de ligações, particularmente no caso das ligações soldadas. A equipa de fiscalização deverá ser antecipadamente informada da entidade independente responsável pela execução dos ensaios de soldaduras, aprová-la, e verificar a validade dos certificados dos soldadores para o tipo de soldaduras a efectuar. No final deverá receber os certificados das soldaduras ensaiadas e, caso se detectem problemas, ordenar a sua rectificação.

A fiscalização deverá também exercer a sua acção nos domínios da verificação visual e dimensional das subestruturas preparadas em oficina, recorrendo a topógrafo no caso de persistirem dúvidas não quantificáveis com o uso de uma fita métrica. Caso se verifique a conformidade de todos os procedimentos de fabrico, o fiscal deverá ordenar a expedição para tratamento superficial e estar presente no momento da carga das peças.

Na fase de tratamento e pintura o fiscal deverá, depois de se inteirar do esquema de tratamento e pintura previsto em projecto, deslocar-se às instalações da empresa responsável por estes trabalhos e verificar a conformidade dos métodos utilizados com os previstos. Este contacto de proximidade permitir-lhe-á detectar não só eventuais atrasos na evolução dos trabalhos, e esclarecer as verdadeiras causas do problema, mas também detectar se estão a ser utilizados, principalmente no que concerne às tintas, produtos diferentes dos especificados em projecto com vista à obtenção de uma maior margem de lucro associada a produtos de qualidade inferior. No final de cada fase de tratamento ou demão de pintura o fiscal deverá, com recurso a um aparelho de medição de espessuras, verificar por amostragem as espessuras da película entretanto aplicada.

Na passagem da unidade de tratamento e pintura para a obra o fiscal deverá ter especial atenção com a movimentação de peças, inspecionando as fases de carga, transporte e descarga em obra. No caso de detectar anomalias, decorrentes de falta de cuidado nestas operações, que originem lesins nas peças deverá ordenar de imediato a correcção das anomalias e impedir a montagem daquela componente da estrutura enquanto o problema não for solucionado. Esta fase implica também cuidados na quantificação das peças, na medida em que o fiscal deverá confirmar, por contagem, o não aparecimento de materiais em obra que não tenham já sido previamente recepcionados. No caso de ocorrer armazenamento provisório em parque de *stock* esta atenção deverá ser redobrada e deverá também ser assegurado o depósito de materiais com elementos de interposição com o solo.

A última fase do processo corresponde à montagem em obra e rege-se pelos mesmos princípios já indicados nas fases anteriores. Assim, a fiscalização deverá conhecer de antemão a forma de execução dos trabalhos proposta pelo construtor, através do PEP de Montagem e informá-lo de eventuais restrições que não permitam colocá-lo em prática.

Como se trata de uma montagem sobre elementos de suporte previamente executados, nalguns casos não realizados pelo empreiteiro responsável pela execução das estruturas metálicas, a fiscalização deverá assegurar que o posicionamento dos chumbadouros e/ou outros dispositivos de fixação é o adequado, recorrendo a topografia se necessário. No caso de os chumbadouros serem aplicados aquando da entrada em obra da estrutura metálica o fiscal deverá inspecionar a correcta abertura de furações no betão e a utilização de materiais de selagem adequados.

Tratando-se de uma instalação em obra a fiscalização deverá ordenar a suspensão dos trabalhos sempre que as condições meteorológicas não permitirem a colocação (ventos fortes aquando da

colocação de peças com grua, por exemplo) ou o estabelecimento de ligações e pinturas (períodos de pluviosidade aquando da realização de soldaduras ou execução de retoques de pintura, por exemplo).

Para além de supervisionar a correcta instalação dos momentos de aperto nas ligações aparafusadas, a fiscalização deverá adoptar as mesmas medidas de controlo que levou a cabo na fase de fabrico na metalomecânica no que respeita à execução de soldaduras e de controlo visual e dimensional das peças instaladas. No caso de se verificar que algumas soldaduras em obra são reprovadas nos ensaios executados por entidade independente a fiscalização deverá propor a alteração do plano de amostragem, obrigando a que as soldaduras executadas em obra sejam ensaiadas a 100 %.

Embora o tratamento superficial e pintura de ligações executadas em obra exijam um procedimento próprio, que deverá constar nos elementos de projecto, a fiscalização deverá acompanhar atentamente o processo e executar também medições da espessura das camadas de tinta por amostragem.

Em obra, ao contrário do que acontece na metalomecânica, a fiscalização, em consonância com o Coordenador de Segurança e Saúde e seus técnicos no terreno, deverá também assegurar que são adoptadas todas as medidas de segurança em estaleiro e que é restringido o acesso a pessoas estranhas às operações de montagem. O controlo dos equipamentos em obra, em termos documentais e de estado aparente, é também uma verificação importante a cargo deste coordenador, devendo o fiscal informá-lo sempre que entenda não se verificarem condições de segurança para que estes possam permanecer em obra.

A Compilação Técnica é o documento que precede a entrega ao cliente da obra e deverá existir um especial cuidado da equipa de fiscalização em organizar e arquivar, ao longo de todo o processo produtivo, os documentos relevantes emitidos, de registar em peças escritas e desenhadas todas as alterações que foi necessário empreender em fase de execução, e também de prever as forma de execução de acções de inspecção e manutenção durante o período de utilização da obra.

5.4. PLANO DE CONTROLO DE CONFORMIDADE

Depois de identificadas as principais fases de construção de uma estrutura metálica corrente no edificado português actual importa definir como se pode processar o controlo efectivo por parte de uma fiscalização no terreno.

A forma habitualmente utilizada na definição de procedimentos de fiscalização consiste no estabelecimento de um plano de controlo de conformidade. Este corresponde à estruturação das acções da fiscalização no âmbito da conformidade, tendo em vista garantir a qualidade de determinadas tarefas.

O Plano de Controlo de Conformidade é composto por Fichas de Controlo de Conformidade e Fichas de Controlo e Correção das Não Conformidades e pode traduzir-se num organograma composto por estas fichas, devidamente associadas de acordo com o seu conteúdo funcional. A este organograma pode também apelar-se de Base de Controlo de Conformidade.

É de referir que a definição desta base nem sempre é pacífica e carece de evoluções e rectificações à medida que vai aumentando o conhecimento da equipa de fiscalização sobre o tipo de actividades a fiscalizar, a importância relativa do tipo de obra em estudo e os seus principais componentes. Neste caso de estudo pode referir-se que o organograma inicial era composto por algumas tarefas menos abrangentes do que aquelas que acabaram por constar no organograma definitivo, mas também menos completo, conforme elucidam as figuras 5.4 e 5.5.

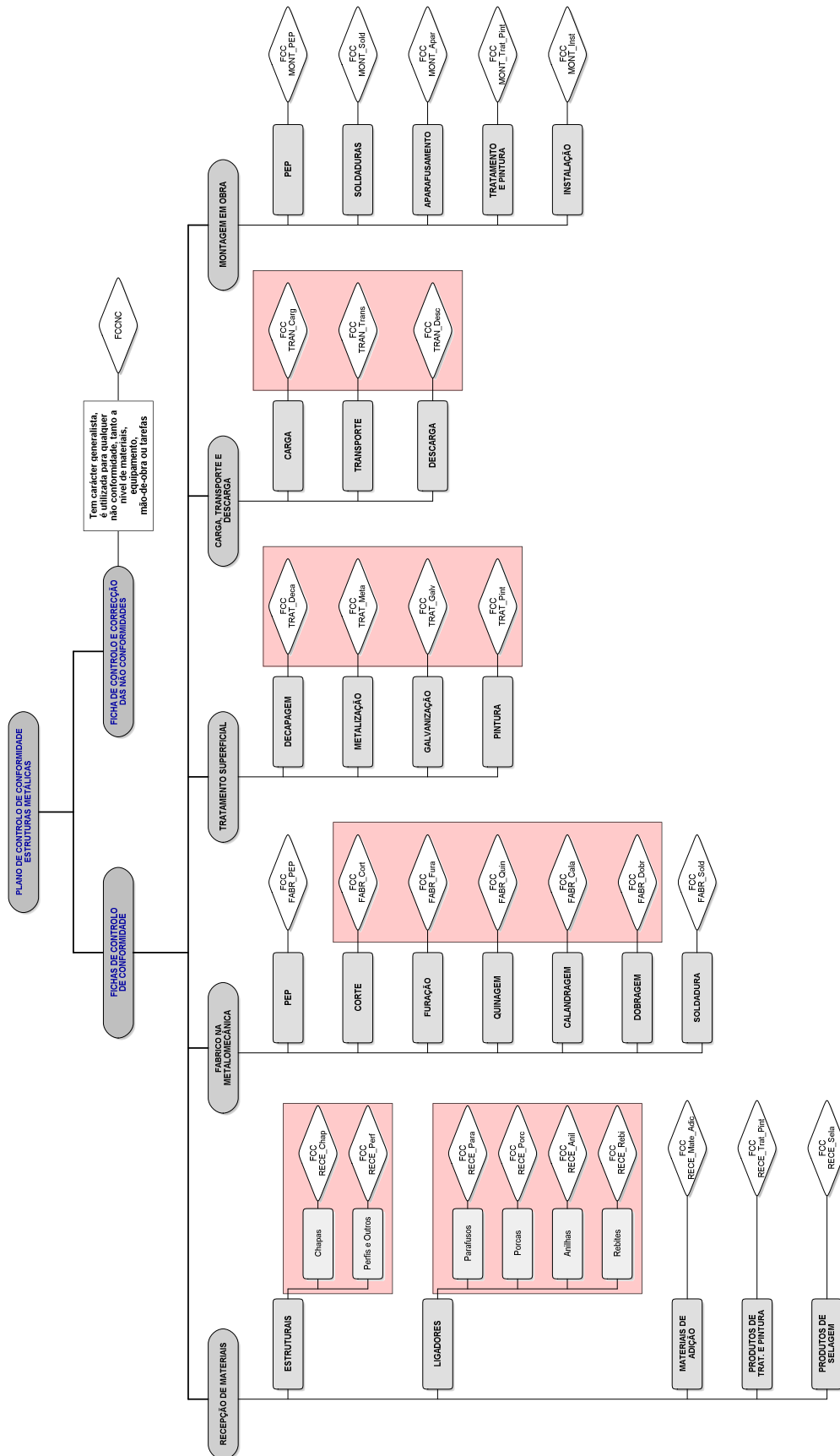


Fig. 5.4 – Base de Controlo de Conformidade inicialmente definida

No que respeita à recepção de materiais, nomeadamente no caso das chapas e perfis entendeu-se que se justificaria a inclusão de ambos numa mesma ficha atendendo às verificações similares que sobre eles é necessário empreender.

Da análise do tipo e quantidade de ligadores a implicar nas construções em estudo concluiu-se que não faria sentido elaborar FCC específicas para cada ligador mas antes agrupá-los apenas numa só ficha. O contacto com profissionais do sector permitiu confirmar que a encomenda dos parafusos é, em regra, efectuada em simultâneo com a das porcas e anilhas ao mesmo fornecedor, justificando a opção adoptada.

No que respeita aos rebites percebeu-se que a sua utilização actual é muito diminuta, reservando-se apenas aos trabalhos de recuperação de estruturas antigas, principalmente pontes, não justificando para o caso em estudo a referência inicialmente idealizada.

Ainda a propósito da recepção de materiais o organograma definitivo estabelece a divisão entre os materiais que deverão ser recebidos na metalomecânica, na unidade de tratamento superficial e em obra.

Relativamente à fase de fabrico em oficina, dado que na construção do invólucro estrutural são utilizados perfis comerciais e chapas planas de espessura significativa, optou-se por suprimir as operações de dobragem, calandragem e quinagem de chapas. Este tipo de verificações seriam seguramente fundamentais caso o âmbito de estudo fossem os revestimentos de paredes ou coberturas.

No que concerne à execução de soldaduras verificou-se, durante a elaboração das fichas, a necessidade de organizar melhor os procedimentos de fiscalização desta tarefa. Assim, foi criada uma ficha dedicada unicamente às verificações a realizar durante a execução da actividade, e uma outra exclusivamente destinada aos ensaios a realizar por entidade independente, na qual se deverão anexar os certificados de soldaduras emitidos por esta entidade.

O tratamento superficial, que inclui o tratamento de superfície e a pintura, é correntemente executado na mesma unidade industrial, facto que motiva a inclusão de todos os tipos de tratamento numa só ficha.

No que respeita às movimentações de peças entendeu-se que não faria sentido existir uma subdivisão em carga, transporte e descarga uma vez que as verificações a empreender são muito semelhantes em cada uma destas etapas e o número de operações não o justificaria.

A fase de montagem em obra manteve, pela sua importância, a quantidade de fichas que havia sido inicialmente idealizada, tendo-se melhorado a informação para as soldaduras à semelhança do descrito na fase de fabrico em oficina.

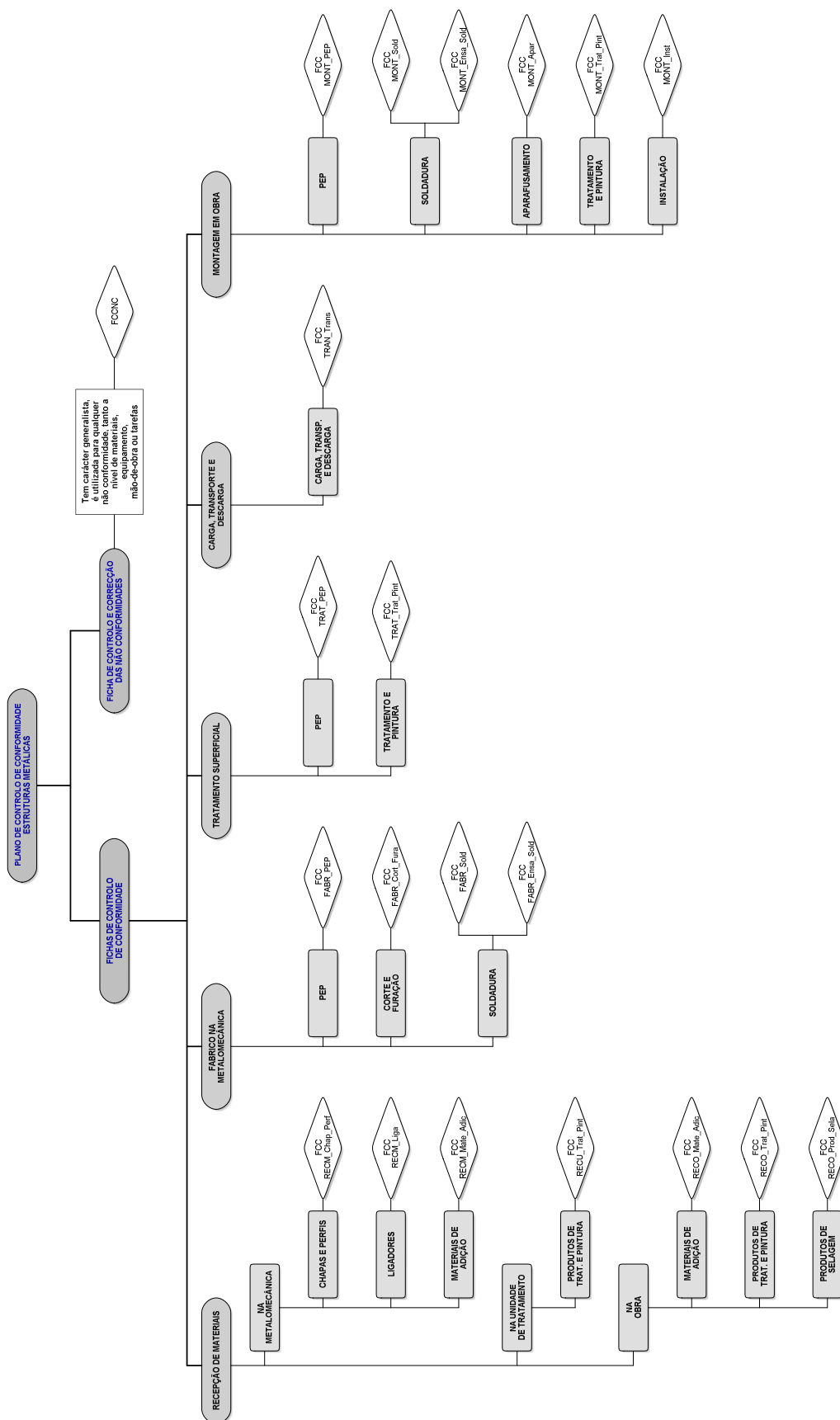


Fig. 5.5 – Base de Controlo de Conformidade definitiva

O quadro 5.2 resume as FCC elaboradas no âmbito do presente trabalho.

Quadro 5.2 – Resumo das fichas elaboradas para Controlo de Conformidade e Controlo e Correção de Não Conformidades

Designação	Ref. ^a	Objecto
FICHAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE		
Recepção de Materiais		
Recepção de Materiais na Metalomecânica – Chapas, Perfis e Outros	RECM_Chap_Perf	Controlo de Conformidade da recepção na metalomecânica de chapas, perfis e outros perfilados estruturais;
Recepção de Materiais na Metalomecânica – Ligadores (Parafusos, Porcas e Anilhas)	RECM_Liga	Controlo de Conformidade da recepção na metalomecânica de ligadores, tais como, parafusos, porcas e anilhas;
Recepção de Materiais na Metalomecânica – Materiais de Adição	RECM_Mate_Adic	Controlo de Conformidade da recepção na metalomecânica de materiais de adição para trabalhos de soldadura;
Recepção de Materiais na Unidade de Tratamento – Tratamento e Pintura	RECU_Trat_Pint	Controlo de Conformidade da recepção na unidade de tratamento, de produtos destinados ao tratamento superficial e pintura;
Recepção de Materiais em Obra – Produtos de Selagem	RECO_Prod_Sela	Controlo de Conformidade da recepção em obra de produtos de selagem;
Recepção de Materiais em Obra – Materiais de Adição	RECO_Mate_Adic	Controlo de Conformidade da recepção em obra de materiais de adição, para soldaduras em obra;
Recepção de Materiais em Obra – Tratamento e Pintura	RECO_Trat_Pint	Controlo de Conformidade da recepção em obra de produtos de tratamento e pintura, para aplicação em obra;
Fabrico na Metalomecânica		
Procedimento Específico de Produção – Fabrico na Metalomecânica	FABR_PEP	Controlo de Conformidade do fabrico na metalomecânica através da definição do respectivo procedimento produtivo;
Fabrico na Metalomecânica – Corte e Furação	FABR_Cort_Fura	Controlo de Conformidade do fabrico na metalomecânica nos processos de corte e furação das peças;
Fabrico na Metalomecânica – Soldaduras	FABR_Sold	Controlo de Conformidade do fabrico na metalomecânica na execução de soldaduras;
Fabrico na Metalomecânica – Ensaios de Soldaduras	FABR_Ensa_Sold	Controlo de Conformidade do fabrico na metalomecânica nos ensaios a realizar às soldaduras;

Designação	Ref. ^a	Objecto
Tratamento e Pintura – Unidade de Tratamento		
Procedimento Específico de Produção – Unidade de Tratamento Superficial	TRAT_PEP	Controlo de Conformidade do tratamento superficial através da definição do respectivo procedimento produtivo;
Unidade de Tratamento Superficial – Decapagem, Tratamento e Pintura	TRAT_Trat_Pint	Controlo de Conformidade na unidade de tratamento superficial da execução dos trabalhos relacionados com pintura;
Transporte		
Transporte – Carga, Transporte e Descarga	TRAN_Trans	Controlo de Conformidade na carga, transporte e descarga das peças de e para a obra;
Montagem em Obra		
Procedimento Específico de Produção – Montagem em Obra	MONT_PEP	Controlo de Conformidade da montagem em obra através da definição do respectivo procedimento produtivo;
Montagem em Obra – Soldaduras em Obra	MONT_Sold	Controlo de Conformidade da montagem em obra nos trabalhos de soldadura;
Montagem em Obra – Ensaios de Soldaduras	MONT_Ensa_Sold	Controlo de Conformidade da montagem em obra nos ensaios a realizar às soldaduras;
Montagem em Obra – Aparafusamento	MONT_Apar	Controlo de Conformidade da montagem em obra nos trabalhos de aparafusamento;
Montagem em Obra – Decapagem, Tratamento e Pintura	MONT_Trat_Pint	Controlo de Conformidade da montagem em obra na execução nos trabalhos relacionados com pintura;
Montagem em Obra – Instalação	MONT_Inst	Controlo de Conformidade da montagem em obra na instalação da estrutura;
FICHA DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES		
Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades	FCCNC	Ficha de carácter generalista, utilizada para qualquer não conformidade, ao nível de materiais, equipamento, mão-de-obra ou tecnologia de execução da tarefa.

No que ao tratamento de Não Conformidades diz respeito importa salientar que o processo de fiscalização não se encerra com o preenchimento da respectiva ficha nem com o subsequente acompanhamento das intervenções de correcção da(s) anomalia(s).

Por vezes, o não tratamento atempado destas não conformidades obriga as equipas de fiscalização, depois de advertências prévias, a tomar atitudes mais drásticas que passam pela ordem de suspensão dos trabalhos e por informar que os trabalhos não serão aceites para auto mensal, conforme atesta o fluxograma seguinte:

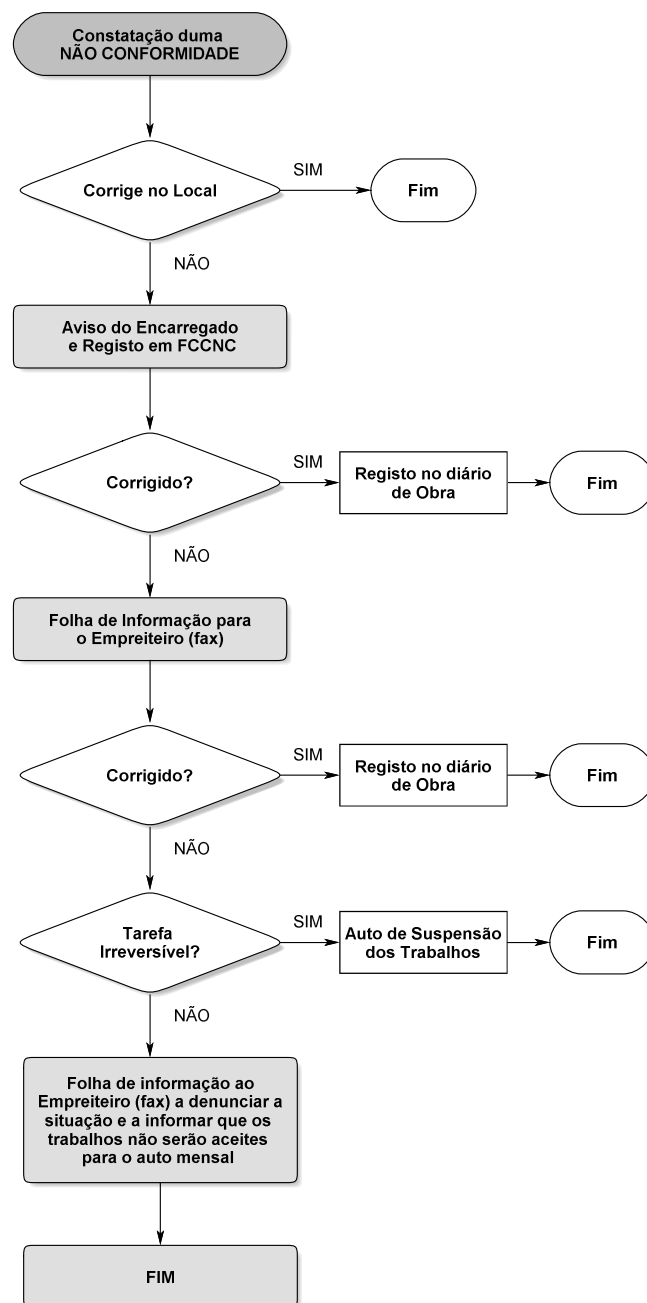


Fig. 5.6 – Metodologia associada ao tratamento de Não Conformidades [adaptado de 6]

Como consideração final convém indicar que as fichas realizadas no âmbito deste trabalho académico possuem um carácter generalista, sendo conveniente, aquando da aplicação em diferentes cenários práticos, ajustá-las em função dos requisitos do cliente, das características da obra e dos materiais ou componentes a incorporar.

6

FICHAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE (FCC) E DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES (FCCNC)

6.1. OBJECTIVO DAS FCC E FCCNC

Uma vez apresentado o processo de execução deste tipo de construção metálica e definido o organograma de documentos que, em cada etapa, funcionarão como registos da forma de execução dos trabalhos, interessa identificar os objectivos que lhes estão subjacentes e explicar os critérios de elaboração adoptados.

Tal como descrito anteriormente, o controlo de conformidade é um mecanismo essencial para que seja assegurado o paralelismo entre os elementos constantes no projecto e o realmente executado em obra.

A existência de informação compilada de forma sintetizada antes do arranque dos trabalhos permite ao técnico fiscal conquistar, de imediato, uma percepção das principais actividades a inspeccionar e reconhecer a importância no registo das informações associadas às mesmas durante a fase de execução. De facto, estes elementos devem ser preparados com bastante antecedência de forma a que quando os trabalhos se iniciem o técnico fiscal tenha já estudado as verificações críticas do processo de execução e, desta forma, possua os mecanismos de alerta que orientem a sua actuação e que lhe permitam saber de antemão quais os trabalhos que exigem o seu acompanhamento integral no terreno.

As Fichas de Controlo de Conformidade, doravante designadas simplificadaamente por FCC, são o suporte físico deste processo de inspecção e visam, de forma resumida, verificar os seguintes objectivos:

- Guiar e estruturar o trabalho da equipa de fiscalização no exercício da sua actividade;
- Combater as falhas de verificação por esquecimento ou desleixo (auxiliar de memória);
- Contribuir para a credibilização da fiscalização no processo produtivo;
- Promover a qualidade da obra;
- Servir como base de dados para a identificação das falhas mais frequentes.

A adopção deste tipo de fichas numa obra de construção metálica é de toda a pertinência uma vez que, pelo facto de os seus componentes antes de serem recepcionados em obra passarem por processos exigentes de fabrico em oficina, tratamento superficial e operações de transporte, só um controlo

eficaz desde a primeira etapa do processo permitirá garantir qualidade na última etapa de montagem em obra.

Embora as fichas desenvolvidas neste trabalho, que se encontram em anexo, tenham sido aplicadas apenas de forma incompleta em cenário construtivo, a sua utilização noutras empreitadas de construção porticada ligeira, cujas tarefas e componentes são muito repetitivos e similares de obra para obra, permitirá seguramente identificar as falhas mais frequentes associadas a este tipo de construção. Dado que esta verificação exigiria um período de implementação que extrapolaria seguramente o prazo disponível para a execução do trabalho não foi possível identificá-las, encarando-se esta hipótese como desenvolvimento futuro deste trabalho. Nesta eventualidade, e uma vez definidas as falhas mais frequentes, seria de todo o interesse incorporá-las em fichas reformuladas, com o intuito de auxiliar o técnico fiscal na identificação das tarefas nas quais a sua presença é efectivamente crucial. Desta forma, estas novas fichas passariam a incorporar aquilo que na literatura anglo-saxónica especializada se designa por *punch-lists*.

As Fichas de Controlo e Correção das Não Conformidades, doravante designadas simplificadaamente por FCCNC, são utilizadas quando, no decurso do processo de verificação de conformidade, se observa alguma anomalia de execução que careça de correção ou até mesmo de substituição.

As FCCNC são de extrema importância na medida em que constituem um registo importante quer para o controlo de pagamentos do Dono de Obra, dado que as actividades que não estejam conformes não serão alvo de retribuição ao empreiteiro, quer para organizar e relembrar as acções a empreender nos trabalhos em que se verificaram incorrecções. Embora a generalidade das situações de não conformidade seja solucionada com um aviso do técnico fiscal ao encarregado de obra que de imediato tenta solucionar o problema, outras há em que a relutância deste obriga à elaboração da correspondente FCCNC e ao desenvolvimento do processo apresentado no capítulo anterior.

6.2. ESTRUTURA DAS FICHAS

A metodologia seguida para a elaboração das FCC consistiu na definição das informações cuja relevância as obrigaria a fazer constar num documento com estas características, na supressão de campos que seriam apenas específicos de uma determinada actividade, na sua forma de organização, e na definição de um grafismo que se tornasse apelativo, potenciando simultaneamente um preenchimento fácil e quase intuitivo.

As FCC são, como se observou anteriormente, aplicáveis ao processo de recepção de materiais e ao processo de produção propriamente dito. Optou-se por manter a mesma estrutura para ambas as fases, possuindo as últimas apenas um campo adicional, embora o mais importante, relativo às condições de execução do trabalho.

Convém referir que embora a estrutura das fichas seguisse uma hierarquização objectiva dos aspectos mais importantes a registar, a sua definição teve também por base critérios subjectivos de experiência e gosto pessoal que as podem tornar menos apelativas para alguns profissionais do sector que possuam o seu trabalho organizado segundo outra metodologia. No entanto, e tratando-se de um trabalho que visa a transposição prática de um estudo académico, crê-se que a estrutura desenvolvida é de percepção fácil e rapidamente disseminável pelos potenciais utilizadores. O poder de síntese foi, na verdade, uma das principais premissas subjacentes à elaboração das fichas na medida em que se pressupôs que verificações descritas de forma alongada e fichas muito extensas conduzem a desinteresse no seu preenchimento, dificultando a sua aplicação quotidiana em obra.

Atendendo ao volume de informação a incluir nas fichas e à sua forma de organização optou-se por uma disposição sobre a forma de tabela, com esquema de impressão horizontal, e pela inclusão dos campos que de seguida se descrevem.

A primeira secção da ficha é composta por cinco campos. A parte esquerda encontra-se preparada para receber a identificação da entidade fiscalizadora, a parte central designa a ficha e tipo de estrutura a analisar bem como a fase dos trabalhos e a actividade a desenvolver e, à direita, encontra-se a referência interna da ficha. No exemplo optou-se por reproduzir a FCC “Montagem em Obra – Instalação”.

Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - INSTALAÇÃO	Referência: MONT_Inst
-------------------------------------	--	-------------------------------------

Fig. 6.1 – Primeira secção de uma FCC

A segunda secção possui, à esquerda, os campos para identificação do dono de obra, da empreitada e do adjudicatário. À direita consta a designação do técnico fiscal que elaborou a ficha e do representante do empreiteiro que a recepcionou, bem como dois campos para se proceder à validação da ficha com as rubricas de cada um deles. Note-se que, por defeito, se considera que o responsável do empreiteiro será o encarregado podendo, na ausência deste, ser substituído por outro elemento com responsabilidade na empreitada, que conste no organograma da obra entregue à fiscalização e com assinatura constante no registo de assinaturas do Plano de Segurança e Saúde.

Dono da Obra:	Responsáveis	Nome	Rubrica
Obra/Empreitada:	Fiscalização:		
Adjudicatário:	Empreiteiro:		

Fig. 6.2 – Segunda secção de uma FCC

As referências de projecto constam na terceira secção e optou-se pela introdução de um campo destinado à indicação dos itens do mapa de trabalhos e quantidades pertencente ao contrato da empreitada, à indicação das condições técnicas gerais e especiais fazendo-se referência às páginas do Caderno de Encargos atinentes e de um outro campo para identificação das peças desenhadas aplicáveis.

Referências de projecto (*):
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____

Fig. 6.3 – Terceira secção de uma FCC

A secção mais importante é a quarta na medida em que é nesta que se identificam, para cada ponto de controlo a analisar, as verificações a empreender e os meios e parâmetros de controlo a adoptar. Os registos que o técnico fiscal entenda produzir bem como os resultados de eventuais inspecções que

venha a ser necessário realizar encontram-se também preconizados em campo próprio, com reduzida largura de coluna para evitar descrições subjectivas e pouco sintéticas. O último campo desta secção reporta ao local e à data de inspecção, indicando-se para cada par local/data a verificação ou não de conformidade.

De forma generalista podem considerar-se como locais adstritos ao processo produtivo a metalomecânica, a instalação de tratamento superficial, o veículo de transporte e a obra. Em obra, é possível, principalmente no caso de construções com maior porte, identificar locais de instalação diferentes ou componentes estruturais bem caracterizados, como sejam pórticos, asnas ou contraventamentos devidamente referenciados em projecto.

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
						/ /	/ /	/ /	/ /
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA

Fig. 6.4 – Quarta secção de uma FCC

No caso das fichas associadas à fase de recepção de materiais os pontos de controlo a verificar são a mão-de-obra, o equipamento e os materiais. Quando se trata de fichas associadas à execução de trabalho acresce, como referido acima, o controlo da tecnologia.

Na elaboração das fichas tipo pressupõe-se que existe um conhecimento da actividade que permite definir com algum rigor os recursos a afectar à tarefa. No entanto, é de elementar prudência introduzir um campo para outros recursos que possam eventualmente surgir no decurso da tarefa, não previstos pelo empreiteiro nos seus procedimentos de execução.

Embora se pudesse estabelecer como parâmetros de referência para o controlo da mão-de-obra as exigências constantes no Decreto Lei nº 273/03, que deverão ser transpostas para o Plano de Segurança e Saúde que deverá existir em obra em suporte de papel, entendeu-se que estas verificações, no enquadramento actual da construção, são da responsabilidade do Coordenador de Segurança e Saúde em obra e dos técnicos de segurança. O mesmo entendimento foi adoptado relativamente aos equipamentos, no que respeita à análise da documentação das máquinas em correspondência com o Decreto-Lei nº 50/05 e à conformidade dos equipamentos de protecção individual e colectiva, vulgarmente designados por EPI e EPC, relativamente ao Decreto-Lei nº 273/03 acima referido.

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
						/ /	/ /	/ /	/ /
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA									
		Enquadramento Encarregado de Obra	Visual	Sim / Não					
		Topógrafo	Visual	Sim / Não					
		Serralheiros:							
		Quantidade	Visual	Sim / Não					
		Ajudantes de Serralheiro:							
		Quantidade	Visual	Sim / Não					
		Manobreadores							
		Quantidade	Documental	Cert. Qualificação					
		Outros:							

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPEÇÕES (LOCAL / DATAS)			
						/ /	/ /	/ /	/ /
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
2. EQUIPAMENTO									
		Aparelho de Topografia	Documental	Cert. Calibração					
		Gruas:							
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não					
		Conjunto Industrial:							
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não					
		Plataformas Elevatórias							
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não					
		Pistolas para Aplicação de Resinas	Visual	Sim / Não					
		Outros:							

Fig. 6.5 – Campos Mão-de-obra e Equipamento

No caso das fichas que não as de recepção de materiais a introdução dos materiais é intuitiva, avaliando-se a conformidade pela referência às fichas de recepção de materiais. É, no entanto, necessário introduzir uma verificação associada à inexistência de materiais em obra que não tenham já sido previamente recepcionados.

As verificações associadas à tecnologia fazem deste o campo mais importante e normalmente mais extenso numa FCC. Embora não se entenda ser obrigatório mencionar explicitamente e separar as condições prévias, de execução e posteriores à tarefa, deve ser tida em conta na indicação das verificações a empreender a sequência lógica com que estas condições surgem na tarefa.

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPEÇÕES (LOCAL / DATAS)			
						/ /	/ /	/ /	/ /
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
3.	MATERIAIS								
		Pecas expedidas da unidade de tratamento superficial	Visual	Contagem					
		FCC de Recepção de Produtos de Selagem	Documental	RECO_Prod_Sela					
		Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem					

ITEM	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPEÇÕES (LOCAL / DATAS)			
						/ /	/ /	/ /	/ /
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
4. TECNOLOGIA									
	FIXAÇÕES								
		1. Convocação da presença da fiscalização	Documental	Pedido de Montagem					
		2. Para chumbadores não instalados em fase de betonagem garantir a execução de furações no suporte com diâmetros adequados	Fita Métrica	F. Técnica Prod. Selagem					
		3. Garantir antes da aplicação furos secos e limpos	Visual	F. Técnica Prod. Selagem					
		4. Posicionamento planimétrico dos chumbadores e apoios	Topográfico	[Tolerâncias de Projecto]					
		5. Alfura livre para aperto do chumbadouro acima do suporte	Topog. / Fita Métrica	[Tolerâncias de Projecto]					
	INSTALAÇÃO	6. Garantia de folgas para ajustes finais (a selar no final)	Topog. / Fita Métrica	Sim / Não					
		7. Inexistência de ventos e chuvas fortes que perturbem a montagem	Anemómetro / Visual	Veloc. Vento / Precipitação					
		8. Instalação de iluminação em caso de trabalho nocturno (por turnos)	Visual	Sim / Não					
		9. Instalação prévia de todos os andaimes e escoramentos provisórios	Visual	Sim / Não					
		10. Movimentação das peças com cintas que não deteriorem a pintura	Visual	Sim / Não					
		11. Instalação sequencial e alinhada dos componentes da estrutura	Topográfico/Fio de Prumo	[Tolerâncias de Projecto]					
		12. Instalar as contra-flechas previstas em projecto	Fita Métrica	[Ref. ²⁸ de Projecto]					
		13. Estabelecer ligação da estrutura metálica à terra	Visual	Sim / Não					
		14. Garantir a adequada execução de ligações aparafusadas	Documental	MONT_Apar					
		15. Garantir a adequada execução de soldaduras em obra	Documental	MONT_Sold					
		16. Tratamento e pintura de ligações soldadas em obra	Documental	MONT_Trat_Pint					
		17. Identificação das zonas pintadas a retocar	Visual	Sim / Não					
		18. Execução de retoques de pintura em zonas com anomalias	Aparelho Med. Espessuras	MONT_Trat e Pint					
		19. Informar projectista de zonas de acumulação de água na estrutura	Visual	Sim / Não					
	20. Limpeza geral da área de intervenção	Visual	Sim / Não						

Fig. 6.6 – Campos Materiais e Tecnologia

A quinta secção da FCC faz menção a notas importantes que importe considerar e descreve as abreviaturas de conformidade a adoptar no preenchimento.

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável
--

Fig. 6.7 – Quinta secção de uma FCC

As abreviaturas de conformidade mais correntes no preenchimento deverão ser C, de conforme, e NC, de não conforme. Nesta última situação deverá ser indicado pelo técnico fiscal o número da FCCNC a gerar no instante imediatamente posterior. Para além destas duas preconiza-se na legenda a adopção de outras duas designações, AC, a corrigir, para situações em que o encarregado de obra se prontifica a resolvê-las em curto espaço de tempo e que não interferem com o desenvolvimento dos restantes trabalhos e NA, não aplicável, nos casos em que a verificação não se justifica para os trabalhos em curso no local de inspecção.

Quando se insere esta secção na última página da ficha dever-se-á incluir um campo relativo às normas ou especificações aplicáveis, para confirmação dos requisitos de projecto ou para incorporação de elementos técnicos adicionais em caso de omissão deste, duas linhas para observações que seja necessário introduzir bem como uma referência aos anexos associados à ficha e o número de páginas que os constituem.

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal. Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável	
Normas Aplicáveis: prEN1090-2 Observações:	Anexos: _____ N.º Páginas: _____

Fig. 6.8 – Sexta secção de uma FCC (última página)

O número de página encontra-se em rodapé nas FCC.

Como consideração complementar convém referir que as fichas em anexo incluem referências a alguns documentos que não se apresentam, dado que a obrigatoriedade da sua elaboração é da responsabilidade do adjudicatário, como sejam o pedido de autorização para expedição para tratamento superficial e para montagem em obra e os planos de pintura e de inspecção e ensaio de soldaduras. Quando os parâmetros de controlo estão dependentes das referências ou tolerâncias de projecto optou-se por introduzir estas designações em itálico e entre parênteses rectos, significando esta distinção que a equipa de fiscalização deverá, de obra para obra, estudar os elementos de projecto e preencher o campo “Parâmetros de Controle” com os valores neles constantes.

Em termos de FCC é conveniente salientar que foi elaborado também um modelo diferente deste para os Procedimentos Específicos de Produção (PEP) que devem ser exigidos ao adjudicatário.

Embora estas fichas, aplicáveis aos processos de fabrico na metalomecânica, tratamento superficial e montagem em obra, possuam um conteúdo técnico praticamente incipiente a sua presença no organograma de fichas auxilia a equipa de fiscalização, obrigando o adjudicatário a pensar como irá executar o trabalho e a transmiti-lo com elevado grau de rigor a esta equipa.

Este modelo, de cariz mais minimalista, é, embora à primeira vista possa não o parecer, realmente um instrumento efectivo de melhoria de qualidade da obra, na medida em que obriga a um esforço mental de organização da tarefa e suas sub-tarefas em termos de prazos, precedências, recursos, pontos críticos e enquadramento ambiental e de segurança.

Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE		Referência:
	ESTRUTURAS METÁLICAS		MONT_PEP
	PROCEDIMENTO ESPECÍFICO DE PRODUÇÃO		Página

Fase de Construção:	MONTAGEM EM OBRA
----------------------------	-------------------------

Dono de Obra:	
Obra / Empreitada:	
Adjudicatário:	

O Empreiteiro deverá propor à aprovação da Fiscalização um Procedimento Específico de Produção (PEP) que terá de incluir os seguintes campos:

TÓPICOS A VERIFICAR			
ITEM	PONTOS DE CONTROLO	DESCRIÇÃO	CONFORMIDADE C / NC
1.	Cabeçalho	Inclusão da designação da empreitada, da actividade em análise, da codificação do adjudicatário e da versão a que corresponde	
2.	Introdução	Identificação sumária dos trabalhos a desenvolver	
3.	Referências	Identificação das peças escritas e desenhadas de projecto aplicáveis	
4.	Recursos	Descrição dos materiais (permanentes e consumíveis) a afectar à tarefa Identificação dos equipamentos e mão-de-obra a afectar à tarefa Indicação da necessidade de recurso a subempreitadas e sua identificação	
5.	Caracterização	Identificação das fases que constituem a tarefa Definição da calendarização dos trabalhos Descrição dos trabalhos e sua sequência lógica	
6.	Pontos críticos	Definição dos pontos críticos susceptíveis de risco	
7.	Aceitação	Definição dos critérios de aceitação da execução	
8.	Fluxograma	Apresentação de fluxograma que detalhe o procedimento	
9.	Segurança	Apresentação dos procedimentos de segurança a adoptar	
10.	Ambiente	Apresentação das medidas a adoptar relativamente à minimização dos impactes ambientais dos trabalhos e à gestão dos resíduos gerados	

Anexo:	PEP enviado pelo Adjudicatário
---------------	--------------------------------

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		
Elaborado por:	Verificado por:	Recebido pelo Empreiteiro:
_____ h _____ _____ / /	_____ / / _____ / /	_____ / / _____ / /

Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme

Fig. 6.9 – Modelo de um PEP

No caso da FCCNC optou-se, atendendo ao tipo das verificações a empreender e ao carácter mais descritivo das não conformidades e respectivas operações de correcção, por adoptar um esquema de impressão vertical.

A secção inicial de uma FCCNC aproxima-se da lógica de uma FCC, contemplando a identificação da entidade fiscalizadora, a designação da ficha, a sua referência ou número e o número de páginas.

Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES	Referência:	
		FCCNC nº:	
		Página	

Fig. 6.10 – Primeira secção de uma FCCNC

A segunda secção corresponde ao campo à esquerda da segunda secção das FCC.

Dono de Obra:	
Obra / Empreitada:	
Adjudicatário:	

Fig. 6.11 – Segunda secção de uma FCCNC

Na terceira secção inclui-se o relatório de não conformidade cujos campos fazem referência ao elemento metálico ou peça com anomalias, ao órgão ou local no qual se insere, à fase de empreitada em curso e à descrição da não conformidade propriamente dita. Para que a não conformidade esteja devidamente consubstanciada é fundamental o preenchimento do campo relativo a especificações aplicáveis e o fornecimento dos anexos que atestem a situação (relatório de soldaduras não aprovadas, por exemplo). O último campo desta secção destina-se à validação pelo técnico fiscal que elabora a não conformidade, pelo seu superior hierárquico que a confirma e que a remete ao representante técnico do empreiteiro para recolha de assinatura.

RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE			
Elemento / Peça:		Fase de Construção:	
Órgão / Local:			
Descrição da Não Conformidade:			
Especificações Aplicáveis:			
Anexos:			
Elaborado por:	h	Verificado por:	Recebido pelo Empreiteiro:
	/ /	/ /	/ /

Fig. 6.12 – Terceira secção de uma FCCNC

A etapa seguinte do processo, constante na quarta secção, corresponde à descrição de como o empreiteiro entende realizar as acções correctivas e o prazo máximo em que se propõe concretizá-las. O campo de validação destina-se a obter uma assinatura do empreiteiro com vista a formalizar o compromisso assumido na data em que devolve o impresso à fiscalização.

A PREENCHER PELO EMPREITEIRO		
Descrição das Acções Correctivas a Realizar:		
Prazo para a sua realização: _____	Empreiteiro: _____	Data: ____ / ____ / ____

Fig. 6.13 – Quarta secção de uma FCCNC

O parecer da fiscalização consta na quinta secção do documento, descrevendo-se de forma sucinta a concordância ou discordância com a proposta do empreiteiro para correcção do(s) problema(s) ou ainda a sugestão de trabalhos complementares que permitam solucioná-lo.

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		
Relator: _____	Visto: _____	Data: ____ / ____ / ____

Fig. 6.14 – Quinta secção de uma FCCNC

A última secção de uma FCCNC destina-se, no caso de a proposta de acção correctiva do empreiteiro ter merecido a aprovação da fiscalização, a registar se os trabalhos foram executados conforme proposto. Em caso afirmativo, o técnico fiscal valida a secção e, com isto, procede ao encerramento da FCCNC.

VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
Observações:	
Verificado por: _____	Data: ____ / ____ / ____ h

Fig. 6.15 – Sexta secção de uma FCCNC

6.3. APLICAÇÃO DAS FICHAS EM OBRA

6.3.1. MODERNIZAÇÃO DA ESCOLA SECUNDÁRIA DO CERCO DO PORTO

A Escola Secundária do Cerco do Porto está a ser alvo de obras de modernização que contemplam a ampliação de instalações. O dono de obra é o Parque Escolar E.P.E. e a fiscalização da obra está adjudicada à empresa SOPSEC – Sociedade de Prestação de Serviços de Engenharia Civil, S.A., ficando a execução dos trabalhos de estrutura metálica a cargo da MCC - Martins Cruz e Cruz.

O contacto com a obra, no sentido de serem implementadas as FCC, deu-se numa fase avançada, quando a estrutura metálica se encontrava pronta para entrar em obra e os chumbadouros nos elementos de fundação já colocados. Esta obra é um bom exemplo de pré-fabricação na medida em que não se previa a realização de soldaduras em obra. Por estes motivos, apenas foi possível preencher nas visitas à obra as fichas relativas à instalação da estrutura (MONT_Inst) e ao aparafusamento (MONT_Apar).

Os chumbadouros foram correctamente colocados em fase de betonagem, utilizando-se uma chapa guia como se observa na figura 6.17, e deixando as necessárias folgas para a fixação dos pilares, aperto das porcas e selagem inferior da base do pilar. Foi relatado que, aquando do aterro das fundações, a movimentação de um conjunto industrial em obra partiu alguns chumbadouros. Como os trabalhos de aterro não estavam a cargo do construtor da estrutura metálica não foi possível aplicar uma FCCNC. No entanto, este procedeu ao corte dos chumbadouros danificados e à colocação de porcas de “empalme” que permitiram, com novos troços de varão roscado, refazer a altura dos chumbadouros originais.



Fig. 6.16 – Localização da obra (Fonte: GoogleEarth)



Fig. 6.17 – Pormenor dos chumbadouros



Fig. 6.18 – Perspectiva após colocação dos pilares



Fig. 6.19 – Montagem com aparafusamento

Nas três páginas seguintes apresentam-se as fichas que foram produzidas em obra.

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - INSTALAÇÃO				Referência: MONT_Inst	
Dono da Obra: Parque Escolar, E. P. E. Obra/Empréitada: Modernização da Escola Secundária do Azeite Adjudicatário: TROCEN - TROCEN, Lda (Subemprego: Martins Rui e Rui)		Responsáveis Fiscalização: Empreiteiro:		Nome Rubrica			
Referências de projecto (*): Item MTQ: 6.1 a 6.5.2		Peças desenhadas: 1002-7E-A1 - 100A/101A/102A/103A/104A - 65-LV					
1. MÃO - DE - OBRA		VERIFICAÇÕES		PARÂMETROS DE CONTROLE		REGISTOS E RESULTADOS	
1. MÃO - DE - OBRA		VERIFICAÇÕES		PARÂMETROS DE CONTROLE		REGISTOS E RESULTADOS	
Enquadramento: Encarregado de Obra Topógrafo		Visual		Sim / Não		C	
Serralheiros:		Visual		Sim / Não		C	
Quantidade: 4		Visual		Sim / Não		C	
Ajudantes de Serralheiro:		Visual		Sim / Não		C	
Quantidade: 2		Visual		Sim / Não		C	
Manobreadores		Documental		Cert. Qualificação		C	
Quantidade: 1		Documental		Cert. Qualificação		C	
Outros:		Documental		Cert. Qualificação		C	
2. EQUIPAMENTO		Aparição de Topografia		Cert. Calibração		C	
Grupos:		Visual		Sim / Não		C	
Capacidade de Carga: 8 ton		Visual		Sim / Não		NA	
Conjunto Industrial		Visual		Sim / Não		C	
Capacidade de Carga		Visual		Sim / Não		NA	
Plataformas Elevatórias		Visual		Sim / Não		C	
Capacidade de Carga: 200 kg / Alcanço: 10 m		Visual		Sim / Não		NA	
Pistolas para Aplicação de Resinas		Visual		Sim / Não		NA	
Outros:		Visual		Sim / Não		NA	
3. MATERIAIS		Peças expedidas da unidade de tratamento superficial		Contagem		C	
FCC de Recepção de Produtos de Selagem		Documental		RECO_Prod_Sela		NA	
Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados		Visual		Contagem		C	
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada); AC - A Corrigir; NA - Não Aplicável							

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - INSTALAÇÃO		Referência: MONT_Inst			
Dono da Obra: <i>Parque Escolar, E.P.E.</i>		Responsáveis		Nome			
Obra/Empreitada: <i>Modernização da Escola Secundária do Ruvo</i>		Fiscalização:					
Adjudicatário: <i>João Paulo Ferreira da Silva (Subscrevente: Martins Rui e Rui)</i>		Empreiteiro:					
Referências de projecto (*):		Peças desenhadas: <i>100A-PE-A4-100A/101A/102A/103A/104A-6F-A</i>					
Item MTQ: <i>6.1 a 6.5.2</i>		Caderno de Encargos (páginas): <i>49 a 73</i>					
PONTOS DE CONTROLE		VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPEÇÕES (LOCAL / DATAS)	
4. TECNOLOGIA							
FIXAÇÕES		1. Convocação da presença da Fiscalização	Documental	Pedido de Montagem			
		2. Para chumbadores não instalados em fase de betonagem garantir a execução de furações no suporte com diâmetros adequados	Fita Métrica	F. Técnica Prod. Seleção			
		3. Garantir antes da aplicação furos secos e limpos	Visual	F. Técnica Prod. Seleção			
		4. Correcto posicionamento planimétrico dos chumbadores e apoios	Topográfico				
		5. Assegurar altura livre para aperto do chumbadoro acima do suporte	Topog./ Fita Métrica	<i>P.M.E.: 40 mm</i>			
		6. Garantia de folgas para ajustes finais (a selar no final)	Topog./ Fita Métrica	<i>P.M.E.: 40 mm</i>			
		7. Inexistência de ventos e chuvas fortes que perturbem a montagem	Anemómetro / Visual				
		8. Instalação de iluminação em caso de trabalho nocturno (por turnos)	Visual				
		9. Instalação prévia de todos os andaimes e escoramentos provisórios	Visual				
		10. Movimentação das peças com cintas que não deteioem a pintura	Visual				
INSTALAÇÃO		11. Instalação sequencial e alinhada dos componentes da estrutura	Topográfico/Fio de Prumo				
		12. Instalar as contra-flechas previstas em projecto	Fita Métrica				
		13. Os cortes e as furações em obra deverão ser evitados e só serão executados com a aprovação da Fiscalização	Visual				
		14. Estabelecer ligação da estrutura metálica à terra	Visual				
		15. Garantir a adequada execução de ligações aparafusadas	Documental				
		16. Garantir a adequada execução de soldaduras em obra	Documental				
		17. Tratamento e pintura de ligações soldadas em obra	Documental				
		18. Identificação das zonas pintadas a retocar	Visual				
		19. Execução de retoques de pintura em zonas com anomalias	Aparelho Med. Espessuras				
		20. Informar projectista de zonas de acumulação de água na estrutura	Visual				
		21. Limpeza geral da área de intervenção	Visual				
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal. Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme (identificar a FCCNC associada); AC - A Corrigir; NA - Não Aplicável Normas Aplicáveis: prEN1090-2 Observações: <i>P.M.E. - Plano de Montagem do Empreiteiro (Divisão de Rodagem de Encargos)</i> <i>→ Ainda não executado na data de inspecção</i> Anexos: <i>P.M.E.</i> N.º Páginas: <i>10</i>							

Fig. 6.20 – FCC Mont_Inst

A primeira página da FCC MONT_Apar não se reproduz porque os recursos associados à instalação se mantiveram em obra até ao final das operações de aparafusamento.

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - APARAFUSAMENTO				Referência: MONT_Apar
Dono da Obra: <i>Parque Escolar, E.P.E.</i> Obra/Empreitada: <i>Modernização da Escola Secundária do Quez</i> Adjudicatário: <i>João Faria dos Santos (Subempiteiro: Martins Luy e Luy)</i>		Responsáveis	Nome	Rubrica		
		Fiscalização:				
		Empiteiro:				
Referências de projecto (*): Item MTO: <i>6.1 a 6.5.2</i>		Peças desenhadas: <i>802-TE-A4-100A/101A/102A/103A/104A/105A-6F-LV</i>				
Caderno de Encargos (páginas): <i>49 a 73</i>						
PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)	
4. TECNOLOGIA					C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
	1. Antes da instalação dos parafusos proceder à vistoria das furações	Visual	Sim / Não--		C	
	2. Caso haja parafusos desalinhados que não permitam o aparafusamento pode-se furar para um parafuso de diâmetro seguinte desde que a distância ao bordo da chapa seja suficiente	Visual	Sim / Não	<i>Furações Alinhadas</i>	NA	
	3. Os parafusos a aplicar serão, para cada caso os da classe referida em projecto	Visual	<i>Classes 8.8 e 10.9</i>		C	
	4. Caso as superfícies a apertar não sejam normais ao eixo dos parafusos devem-se colocar anilhas de cunha para não se introduzir esforços secundários nos parafusos	Visual	Sim / Não		NA	
	5. Caso haja condições que conduzam ao desaperto dos parafusos em serviço, por exemplo vibrações, proceder à colocação de anilhas de mola ou contrapostas	Visual	Sim / Não		NA	
	6. Verificar que no aparafusamento fiquem livres o filete de contacto com o liso e o que está para lá da porca (quatro para pré-esforçados)	Visual	Sim / Não--		C	
	7. O aperto deve-se processar em duas fases, a primeira onde todos os parafusos deverão ser colocados e apertados parcialmente, e a segunda, o aperto com o momento final	Visual	1ª fase - 75% do Momento; 2ª fase - 100% após 3 horas (no mínimo)		C	
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal. Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme (identificar a FCCNC associada); AC - A Corrigir; NA - Não Aplicável Normas Aplicáveis: prEN1090-2; EN ISO 6789 Observações:						
Anexos: _____ N.º Páginas: _____						

Fig. 6.21 – FCC Mont_Apar (segunda página)

6.3.2. AMPLIAÇÃO DO CENTRO COMERCIAL BRAGA PARQUE

A ampliação do Centro Comercial Braga Parque encontra-se em curso e foi possível observar os trabalhos de construção das galerias técnicas. O contacto com a obra deu-se quando a estrutura metálica já se encontrava colocada e aparafusada, estando a ser instalada a chapa colaborante incluída na futura laje mista, pelo que não foi possível implementar as FCC relativas aos elementos estruturais.



Fig. 6.22 – Localização da obra (Fonte: GoogleEarth)



Fig. 6.23 – Estrutura metálica colocada

Não foram executadas soldaduras de perfis em obra, nem se encontra prevista a execução de retoques de pintura visto que a toda a estrutura será revestida com uma argamassa intumescente, encontrando-se esta já aplicada nalguns locais.



Fig. 6.24 – Chapa colaborante



Fig. 6.25 – Parte da estrutura já revestida com argamassa intumescente

A subempreitada encontra-se a cargo da empresa O FELIZ, tendo sido possível confirmar que o construtor possui um plano de qualidade desenvolvido para a obra, cujos procedimentos internos contemplam muitas das verificações constantes nas fichas desenvolvidas no presente trabalho. Trata-se de uma empresa que se encontra habituada e adequadamente preparada para responder às exigências de qualidade impostas pelas equipas de fiscalização de obra, razão que explica, até à data, a inexistência de não conformidades associadas à execução técnica dos trabalhos.

A partilha de conhecimento com o responsável técnico do construtor permitiu inferir que as fichas desenvolvidas se encontram devidamente organizadas.

6.3.3. UNIDADE INDUSTRIAL DA TENSAI EM ESTARREJA

A TENSAI está a construir novas instalações industriais em Estarreja. Trata-se de uma estrutura metálica que se encontra a ser executada pela METALOVIANA e fiscalizada pela empresa ADA.

Uma vez que a empreitada se encontra em fase de conclusão não foi possível implementar as FCC. No entanto, dado que a fiscalização acompanhou várias etapas do processo produtivo, procedeu-se a uma análise ponto por ponto das fichas desenvolvidas, partilhando informações sobre as verificações que foram efectuadas e salientando algumas outras que poderiam ter sido empreendidas ou pormenorizadas no decurso das acções de fiscalização.



Fig. 6.26 – Montagem de um pórtico



Fig. 6.27 – Unidade industrial em fase de conclusão

6.3.4. CONCLUSÕES ACERCA DA IMPLEMENTAÇÃO E DISCUSSÃO DAS FCC

O balanço da implementação e discussão das FCC em três obras diferentes permitiu concluir que a construção metálica se apresenta numa fase de evolução técnica assinalável. A precisão das montagens e a qualificação dos intervenientes traduziu-se, nos três casos em estudo, na impossibilidade de aplicar as FCCNC por inexistência de não conformidades.

Foi também possível verificar que as empresas do sector se encontram preparadas para responder às exigências documentais das equipas de fiscalização. Quando a ficha relativa ao procedimento específico de produção (PEP) foi apresentada, constatou-se que este tipo de pedido de informações não constituiu surpresa para os construtores e que estes já tinham apresentado às respectivas fiscalizações de obra documentos muito similares aos requeridos.

Como principais limitações deste trabalho regista-se o facto de as obras seleccionadas já se encontrarem em fase avançada e de o período disponível para implementação das fichas não permitir a sua introdução de raiz desde o fabrico na metalomecânica. Por estes motivos, não foi possível aplicar as fichas de recepção de materiais, fabrico na metalomecânica, tratamento superficial e transporte. No entanto, as visitas levadas a cabo a unidades industriais permitiram confirmar também que estes processos são efectuados com elevado rigor, que se traduz depois na montagem em obra.

O acompanhamento das operações de montagem em obra e a troca de impressões com os responsáveis do sector permitiu concluir que existe ainda um factor que carece de melhoria – o controlo das operações de aparafusamento. Os construtores tentam agilizar o processo evitando controlar com chave dinamométrica as operações de instalação da primeira fase do momento de aperto, correspondente a 75% do momento definitivo, e procuram evitar efectuar no final a verificação de todas as ligações aparafusadas com a mesma chave. Percebe-se que em estruturas complexas,

compostas por muitos parafusos, este processo seja extremamente moroso, mas compete às equipas de fiscalização, tal como se verificou nas obras visitadas, insistir para que todas as ligações sejam inspeccionadas na sua presença.

Como consideração final, é também de referir que, num trabalho com estes contornos, mais importante do que tentar implementar as fichas desenvolvidas com exaustão é divulgar junto dos agentes do sector a sua relevância para a melhoria da qualidade na construção, fomentando a discussão que lhes está associada e contribuindo, deste modo, para a sensibilização sobre a pertinência da sua utilização.



Fig. 6.28 – Preenchimento de uma FCC em obra



Fig. 6.29 – Partilha de conhecimento associada às
FCC

7

CONCLUSÕES

7.1. CUMPRIMENTO DE OBJECTIVOS

Recuperando-se neste último capítulo do trabalho os objectivos delineados na secção introdutória, pode afirmar-se que estes foram cumpridos na medida em que foi possível desenvolver um processo de fiscalização da execução de estruturas metálicas. Este assentou num plano de controlo de conformidade que abordou todas as actividades do processo construtivo e foi testada a sua aplicabilidade prática em cenários reais de obra.

Em simultâneo com a investigação subjacente à elaboração das Fichas de Controlo de Conformidade, foi também possível analisar o actual estado de arte da construção metálica e perceber o seu elevado grau de avanço tecnológico.

7.2. PRINCIPAIS CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES

Da análise da bibliografia existente sobre fiscalização de obras e qualidade, temáticas afloradas no capítulo 2, foi possível inferir que existe reduzida informação técnica compilada sobre a primeira, principalmente que verse sobre situações práticas de construção e a enquadre numa lógica moderna de gestão técnica de empreendimentos, verificando-se o inverso no caso da segunda.

No entanto, embora seja fácil obter publicações sobre qualidade e consultar os planos, manuais e procedimentos de qualidade de muitas empresas do sector, tal não significa que os procedimentos destinados a garantir que a obra satisfaz as exigências do dono de obra sejam cumpridos ou priorizados. A pressão dos prazos e dos custos parece ocupar a totalidade do tempo dos responsáveis técnicos da maioria dos empreiteiros nacionais, relegando estes a componente da qualidade para um papel secundário de mera “produção de papel”, pois a isso são obrigados. O cenário actual de forte concorrência e preços “esmagados”, que não liberta quaisquer margens para rectificação de trabalhos ou para execução de ensaios não previstos em orçamento, contribui para que esta tendência não esteja a ser invertida. Contudo, é preciso não esquecer que foi a reduzida atenção concedida às questões da qualidade de execução, manifestada na baixa qualificação da mão-de-obra e da lenta introdução da inovação tecnológica na construção, que tem conduzido, conjuntamente com outros factores, às quebras de produtividade e consequente crise que se instalou no sector desde 2002.

Justificando o interesse do tema seleccionado, a construção metálica surge em oposição a este cenário, distinguindo-se de outras formas de construção mais tradicionalistas pelo seu cariz industrializado. Os materiais utilizados são todos certificados e existe um domínio completo de projecto de todas as suas características. Verifica-se também que os processos de fabrico de estruturas metálicas sofreram e

continuam a ser alvo de assinaláveis processos de inovação tecnológica que visam uma maior rapidez de execução, um maior controlo dimensional e uma superior qualidade do acabamento das superfícies. O facto do aço ser um material sustentável e do recurso à pré-fabricação permitir a compressão dos prazos de execução das obras tornam a construção metálica cada vez mais apelativa no cenário actual de preços e prazos reduzidos.

Nos capítulos 5 e 6 foi possível, com base na investigação desenvolvida nos capítulos anteriores, definir as bases e desenvolver o plano de controlo de conformidade relativo à fiscalização de estruturas metálicas. A apresentação de fluxogramas de actividades sob a forma de matriz com indicação dos respectivos *inputs*, *outputs* e responsabilidades, resultou do esforço inicial de sistematização de informação para as Fichas de Controlo de Conformidade. Mesmo não se tratando de algo inédito, foi seguramente uma forma original de esquematização dos processos e que auxiliou bastante na posterior elaboração destas fichas.

Salienta-se que para a elaboração das FCC o esforço de pesquisa bibliográfica não foi considerado suficiente para uma percepção global das diversas etapas do processo construtivo, constação que motivou o estabelecimento de contactos com construtores e empresas de fiscalização e a realização de visitas a metalomecânicas e estaleiros de obra.

Durante a elaboração do trabalho foi possível perceber que a sua principal dificuldade residia na vastidão do tema seleccionado, comprovável pela diversidade de materiais, normas e processos aplicáveis, quando comparado com o volume de conteúdos a incorporar numa dissertação com estes contornos. Os problemas associados ao corte e furação em oficina, à execução de soldaduras e respectivos ensaios, ao tratamento superficial e à montagem em obra, provavelmente careciam de uma análise mais detalhada ao nível do conhecimento tecnológico que lhes está associado. Idêntica situação se verifica relativamente ao comportamento ao fogo das estruturas metálicas, na medida em que não foram, intencionalmente, identificadas soluções de projecto destinadas a conferir protecção ao aço face ao fogo nem foram, por isso, introduzidas nas fichas as verificações que lhes estão associadas em fase de execução.

Acresce ainda, o facto de ao fabrico em metalomecânica estarem associadas actividades que, normalmente, se inserem no domínio da engenharia mecânica, o que obrigou a esforço de pesquisa adicional.

Todavia, embora o processo produtivo seja efectivamente extenso, considerou-se que não faria sentido desenvolver um plano de controlo de conformidade que não fosse completo, procurando-se recorrer ao poder de síntese para ultrapassar este problema.

Da fase de aplicação de fichas em obra lamenta-se de antemão o facto de o tempo disponível para a implementação destas, condicionado pelo período de investigação para elaboração das mesmas e agravado pelo facto de o trabalho ter sido efectuado em regime de trabalhador-estudante, não ter permitido o acompanhamento de todas as fases do processo produtivo.

O contacto com os intervenientes do sector revelou ser comum a aplicação de fichas semelhantes às produzidas, com designações e graus de pormenorização variáveis de empresa para empresa, e confirmou que a elaboração destas deverá ser orientada para a simplicidade de aplicação. As fichas desenvolvidas foram facilmente aplicáveis porque o seu preenchimento é rápido e não são demasiadamente extensas, podendo ser aplicáveis tanto a obras mais pequenas nas quais a afectação do técnico fiscal é mais reduzida como a obras de maior dimensão.

A elaboração de fichas relativas aos procedimentos específicos de produção revelou ser adequada à prática do sector, principalmente à que se verifica nos empreiteiros mais qualificados, podendo estes

procedimentos designarem-se por planos de inspecção e ensaio e/ou inserirem-se no plano de qualidade desenvolvido para a empreitada. Para os empreiteiros menos organizados, a solicitação destes documentos por parte da fiscalização de obra é uma forma desta se inteirar do processo produtivo e destes se organizarem rumo à qualidade dos serviços que executam.

Como nota final destaca-se a necessidade de se introduzirem algumas melhorias nas fichas elaboradas, a contemplar em desenvolvimentos futuros deste trabalho.

7.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS DO TRABALHO

Uma estratégia para o desenvolvimento futuro deste trabalho poderia assentar na aplicação das fichas noutras obras, desde o início do fabrico na metalomecânica até a entrega ao Dono de Obra, sugerindo-se uma aplicação mínima em cinco situações.

A etapa seguinte consistiria na reformulação das fichas com base na informação recolhida na aplicação prática, identificando também as verificações susceptíveis de falhas mais frequentes, isto é, que carecem de maior presença por parte dos técnicos fiscais. Esta identificação poderá ser efectuada de forma simples adicionando um asterisco (*) antes da designação da verificação e identificando esta nomenclatura na legenda. Uma abordagem mais pormenorizada para esta questão, a aplicar nas obras mais complexas, poderia passar não apenas pela identificação das falhas mais frequentes, mas antes pela atribuição, por tarefa e com base no risco estudado de incidência, de uma percentagem de duração da mesma que careça de um acompanhamento/inspecção presencial.

Um outro tipo de abordagem poderia passar, para cada obra, pela definição de níveis de conformidade que se pretenda adoptar em cada tarefa, produzindo-se fichas de acordo com estes níveis. Nos casos em que os níveis de exigência pretendidos fossem menores aplicar-se-iam apenas parte das verificações desenvolvidas.

O alargamento do âmbito de aplicação das fichas, com preparação de novos boletins para outros componentes da construção metálica (painéis de revestimento de fachadas, revestimentos de coberturas e pavimentos, sistemas de divisórias, etc.) e para outros tipos de estruturas mais complexas constituiria uma etapa mais avançada deste trabalho.

Estes documentos, depois de revistos na sequência da sua aplicação prática, poderiam conjuntamente com os restantes ser compilados num caderno de obra dedicado à fiscalização de estruturas metálicas. Seria desejável que este caderno incluísse não só as FCC e FCCNC como também fluxogramas de actividades com indicação e descrição dos pontos críticos e respectivos ensaios a realizar.

Numa lógica de harmonização documental poderia ser também interessante incluir nestas fichas, nos campos de mão-de-obra e equipamento, uma referência expedita aos boletins de ambiente e segurança produzidos pelos técnicos responsáveis, registando-se a sua referência interna e a existência de situações de não conformidade (NC).

Uma última sugestão de melhoria do sistema idealizado assentaria na informatização do mesmo. Mesmo quem nunca tiver contactado com o sector da construção consegue perceber que a manipulação de um vasto conjunto de folhas de papel, em locais de obra pouco abrigados da chuva, do vento e das poeiras, não é prática e pode conduzir a perdas de informação. A adopção de um procedimento de registo num pequeno computador de bolso (tipo *PDA*) seria seguramente menos falível, ambientalmente mais sustentável e um factor de inovação tecnológica de que a construção tanto carece.

BIBLIOGRAFIA

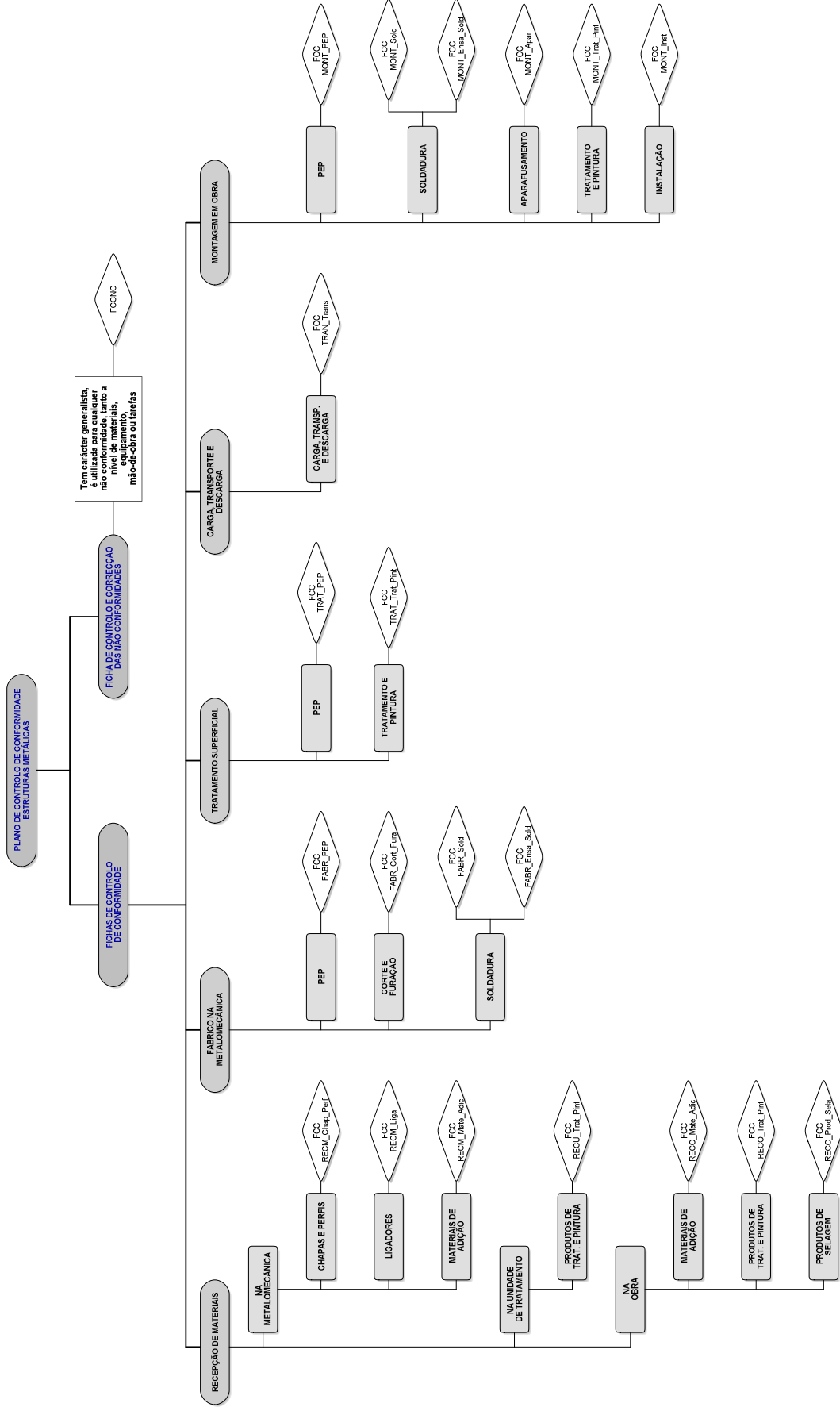
- [1] <http://www.estrutel.com.br/imagens/estruturas%20metalicas.jpg>. Maio de 2009.
- [2] AICCOPN. *Relatório e Contas de 2008 da Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (AICCOPN)*. Fevereiro de 2009. http://www.aiccopn.pt/upload/Relatorio_Contas_AICCOPN_2008.pdf. Maio de 2009.
- [3] Afonso, F. *Perspectivas de Evolução da Construção*. Maio de 2009. http://www.apcmc.pt/eventos/12congresso/img/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_Dr%20PA_Abr. Maio de 2009.
- [4] Totta, S. *A Banca e o Sector de Construção em Portugal e Espanha*. Maio de 2008. <http://www.ordemengenheiros.pt/sectoresdaconstrucao/files/SecConst-Banco%20Santander.pdf>. Maio de 2009.
- [5] Peixoto, M. *Metodologia da fiscalização de obras – Planos de Controlo de Conformidade de Fachadas*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2007.
- [6] Rodrigues, R. *Metodologia de fiscalização de obras*. Apontamentos da disciplina de Fiscalização de Obras, FEUP, 2007.
- [7] Borges, A. *Metodologia da fiscalização de obras – Planos de Controlo de Conformidade de Fachadas*. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2007.
- [8] Decreto-Lei nº 73/73 de 28 de Fevereiro. Diário da República.
- [9] Decreto-Lei Nº 59/99 de 2 de Março.
- [10] Decreto-Lei Nº 273/03 de 29 de Outubro. Diário da República.
- [11] Decreto-Lei nº 18/08 de 29 de Janeiro. Diário da República.
- [12] Costa, J. Apontamentos da disciplina de Qualidade na Construção, FEUP, 2008.
- [13] <http://www.ipac.pt/index.asp>. Maio de 2009.
- [14] <http://www.certif.pt/certificacao2.asp>. Maio de 2009.
- [15] <http://www.lnec.pt/qpe>. Maio de 2009.
- [16] http://www.lnec.pt/qpe/marcacao/marcacao_ce. Maio de 2009.
- [17] <http://www.iso.org/iso/store.htm>. Maio de 2009.
- [18] <http://www.iso.org/iso/pressrelease.htm?refid=Ref1178>. Maio de 2009.
- [19] Costa, J. *Avaliação da Qualidade de Projectos*. Seminário A Qualidade dos Projectos de Estruturas, Ordem dos Engenheiros, Novembro de 2008, Porto.
- [20] Braga, T. *Cronologia do uso dos metais*. http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=107. Maio 2009.
- [21] Marques, A., Fernandes, A. *Breve História da Metalurgia*. http://gamgi.org/departamento/jornal/jornal1/pagina_1_3.html. Maio 2009.
- [22] Coutinho, J. *Apontamentos de apoio à disciplina de Materiais de Construção 1 – Metais e Ligas Metálicas*. 2006. <http://paginas.fe.up.pt/~jcouti/2producao%20gusa2006.pdf>. Maio 2009.
- [23] <http://www.cmm.pt/index.php?pag=1f&nf=aco>. Maio 2009.

- [24] Ferreira, W. Latini, G., Sechim C. *Estruturas de Aço e Mistas em Edificações: Definições e Aplicações*. Junho de 1998. http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/acervo_item_listar_apostilas.asp. Maio de 2009.
- [25] <http://oportocool.files.wordpress.com/2007/11/aeroporto888.jpg>. Maio 2009.
- [26] CMM. *Destaque – O mercado das estruturas metálicas na Europa*. Metálica – Revista da Associação Portuguesa de Construção Metálica e Mista n.º 17, Dezembro de 2008, 22 a 24, António Lamas, Coimbra.
- [27] Gervásio, H. *A Sustentabilidade do Aço e das Estruturas Metálicas*. Construmetal 2008 – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, 11.09.08. São Paulo.
- [28] Gervásio, H., Simões, L. *A Sustentabilidade do Aço*. V Congresso de Construção Metálica e Mista, 24.11.05. Lisboa.
- [29] Lemoine, B. *Aço – Um material que não prejudica o meio ambiente*, CICOM 2002. http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/apresentacoes/Arcelor_arquivos/frame.htm. Maio de 2009.
- [30] Pinho, F. *Quando Construir em Aço? – Roteiro para escolha do sistema estrutural mais adequado*. http://www.gerdau.com.br/GerdauAcominas/upload/produtos/perfis/caracteristicatecnicapf/artigostecnicos/Quando_construir_aco.pdf. Maio de 2009.
- [31] Mascarenhas, J. *Sistemas de Construção – VIII. Estruturas de Aço Laminado e Conformado a Frio. Materiais básicos (5.ª parte): o gesso, a cal aérea, o cimento e o aglomerado negro de cortiça*. Livros Horizonte, Lisboa, 2007.
- [32] Norma EN 10025 – 2004.
- [33] Martins, J. *Materiais de Construção II. Execução de Estruturas Metálicas*. 2008. <http://www2.ufp.pt/~jguerra/>. Março 2009.
- [34] <http://www.esab.com.pt/pt/pt/education/processo-mma-smaw.cfm>. Maio de 2009.
- [35] Norma prEN 1090.
- [36] Modenesi, P., Marques, P. *Soldagem I – Introdução aos Processos de Soldagem*. Fevereiro de 2006. <http://www.infosolda.com.br/download/61ddr.pdf>. Maio de 2009.
- [37] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Soldagem>. Maio de 2009.
- [38] <http://fabian861231.wordpress.com/>. Maio de 2009.
- [39] <http://www.cursotig.pt/>. Maio de 2009.
- [40] <http://redeparede.com.br/salvador/a-venda/cds-dvds-vhs/posts/video-aula-dvd-soldagem---solda-arco-submerso---metalizacao-79528>. Maio de 2009.
- [41] Loureiro, A. *Apontamentos sobre Tecnologia de Soldadura do Curso de Mestrado /Especialização em Construção Metálica e Mista*, FCTUC, 2008.
- [42] http://www.costagarcia.com.br/produto_detalhe.php?id=541. Maio de 2009.
- [43] Schulz, Mauro. *Tratamento de Superfície e Pintura em Estruturas de Aço*. Maio de 2009. http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/apresentacoes/Preparo_Pintura_arquivos/frame.htm.
- [44] HEMPEL, *Os Revestimentos Orgânicos na Protecção Anticorrosiva*. Nota Técnica.

[45] Pinho, Mauro Ottoboni. *Produção e Montagem de Estruturas Metálicas. Um enfoque económico.* www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/biblioteca_apresentacoes.asp. Maio de 2009.

A1

**BASE DE CONTROLO DE CONFORMIDADE
DE ESTRUTURAS METÁLICAS**



Resumo das fichas elaboradas para Controlo de Conformidade e Controlo e Correção de Não Conformidades

Designação	Ref.^a
FICHAS DE CONTROLO DE CONFORMIDADE	
Recepção de Materiais	
Recepção de Materiais na Metalomecânica – Chapas, Perfis e Outros	RECM_Chap_Perf
Recepção de Materiais na Metalomecânica – Ligadores (Parafusos, Porcas e Anilhas)	RECM_Liga
Recepção de Materiais na Metalomecânica – Materiais de Adição	RECM_Mate_Adic
Recepção de Materiais na Unidade de Tratamento – Tratamento e Pintura	RECU_Trat_Pint
Recepção de Materiais em Obra – Produtos de Selagem	RECO_Prod_Sela
Recepção de Materiais em Obra – Materiais de Adição	RECO_Mate_Adic
Recepção de Materiais em Obra – Tratamento e Pintura	RECO_Trat_Pint
Fabrico na Metalomecânica	
Procedimento Específico de Produção – Fabrico na Metalomecânica	FABR_PEP
Fabrico na Metalomecânica – Corte e Furação	FABR_Cort_Fura
Fabrico na Metalomecânica – Soldaduras	FABR_Sold
Fabrico na Metalomecânica – Ensaios de Soldaduras	FABR_Ensa_Sold
Tratamento e Pintura – Unidade de Tratamento	
Procedimento Específico de Produção – Unidade de Tratamento Superficial	TRAT_PEP
Unidade de Tratamento Superficial – Decapagem, Tratamento e Pintura	TRAT_Trat_Pint
Transporte	
Transporte – Carga, Transporte e Descarga	TRAN_Trans
Montagem em Obra	
Procedimento Específico de Produção – Montagem em Obra	MONT_PEP
Montagem em Obra – Soldaduras em Obra	MONT_Sold
Montagem em Obra – Ensaios de Soldaduras	MONT_Ensa_Sold
Montagem em Obra – Aparafusamento	MONT_Apar
Montagem em Obra – Decapagem, Tratamento e Pintura	MONT_Trat_Pint
Montagem em Obra – Instalação	MONT_Inst
FICHA DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES	
Ficha de Controlo e Correção de Não Conformidades	FCCNC

A2

**FICHAS DE CONTROLO DE
CONFORMIDADE – FCC**

FICHAS DE RECEPÇÃO DE MATERIAIS

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS NA METALOMECÂNICA - CHAPAS, PERFIS E OUTROS				Referência: RECM_Chap_Perf	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):							
Item MTQ:		Caderno de Encargos (páginas):					
Peças desenhadas:							

ITEM	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)					
						/	/	/	/	/	/
C / NC / AC / NA							C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA											
		Enquadramento: Encarregado de Oficina	Visual	Sim / Não							
		Equipa com Experiência na Movimentação de Cargas	Visual	Sim / Não							
		Outros: _____									
2. EQUIPAMENTO											
		Equipamento com Capacidade de Carga Adequada	Visual	Sim / Não							
		Outros: _____									
3. MATERIAIS											
CHAPAS:		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade							
Lote:		2. Inexistência de amolgadelas, cortes ou lesins	Visual	Sim / Não							
		3. Inexistência de peças com excesso de oxidação	Visual	Sim / Não							
		4. Marcas de laminagem	Visual	Sim / Não							
		5. Controlo das dimensões das peças	Fita Métrica	[Ref.ª de Projecto]							
PERFIS E OUTROS:		6. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista	Visual	Contagem							
EN 10025-2											
S 235 ☐		Armazenamento:									
S 275 ☐		1. Acondicionamento em local abrigado e fechado	Visual	Sim / Não							
S 355 ☐		2. Separação por tipo de aço e/ou de secção	Visual	Sim / Não							
		3. Etiquetagem de todas as peças	Visual	Sim / Não							
Lote:		4. Empilhar peças com calços que evitem deformações e molhagem	Visual	Sim / Não							
		5. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual	Sim / Não							

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável
Normas Aplicáveis: EN 10025-2; DIN 17100, 17155; NP -1729

Observações:

Anexos: _____
N.º Páginas: _____

Reprodução Proibida

1 de 1

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS NA METALOMECÂNICA - LIGADORES (PARAFUSOS, PORCAS E ANILHAS)				Referência: RECM_Liga	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					
Referências de projecto (*):							
Item MTO: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____							
ITEM	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)	
						C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA	
1. MÃO - DE - OBRA							
		Enquadramento: Encarregado de Oficina	Visual	Sim / Não			
		Equipa com Experiência na Movimentação de Cargas	Visual	Sim / Não			
		Outros: _____					
2. EQUIPAMENTO							
		Equipamento com Capacidade de Carga Adequada	Visual	Sim / Não			
		Outros: _____					
3. MATERIAIS							
PARAFUSOS:		1. Apresentação do Certificado de Qualidade		Documental	Certificado de Qualidade		
DIN 267		2. Inscrições na cabeça (tipo de metal e resistência) correspondentes com a documentação entregue		Visual	Sim / Não		
Classe: 4.6	☐	3. Indicação do tipo de tratamento:		Documental	Certificado de Qualidade		
Classe: 5.6	☐	3.1. Em preto ☐					
Classe: 8.8	☐	3.2. Niquelado ☐					
Classe: 10.9	☐	3.3. Galvanizado ☐					
Classe: 12.9	☐	4. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista		Visual	Contagem		
Lote: _____							
Armazenamento:							
		1. Acondicionamento em local abrigado e fechado		Visual	Sim / Não		
		2. Separação por tipo, diâmetro e classe de resistência		Visual	Sim / Não		
		3. Etiquetagem de todas as peças		Visual	Sim / Não		
		4. Protecção contra impactos de equipamentos		Visual	Sim / Não		
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;							
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável							

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS NA METALOMECÂNICA - LIGADORES (PARAFUSOS, PORCAS E ANILHAS)				Referência: RECM_Liga	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					
Referências de projecto (*):							
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____							
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)	
						/ / / / / / / / / / / / / / / /	C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA
	PORCAS:						
	DIN 267	1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade			
		2. Indicação do tipo de tratamento:	Documental	Certificado de Qualidade			
	Classe: 4 ☐	2.1. Em preto ☐					
	Classe: 5 ☐	2.2. Niquelado ☐					
	Classe: 8 ☐	2.3. Galvanizado ☐					
	Classe: 10 ☐	3. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista	Visual	Contagem			
	Classe: 12 ☐						
		Armazenamento:					
	Lote: _____	1. Acondicionamento em local abrigado e fechado	Visual	Sim / Não			
		2. Separação por tipo, diâmetro e classe de resistência	Visual	Sim / Não			
		3. Etiquetagem de todas as peças	Visual	Sim / Não			
		4. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual	Sim / Não			
	ANILHAS:						
		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade			
		2. Indicação do tipo de tratamento:	Documental	Certificado de Qualidade			
	Lote: _____	2.1. Em preto ☐					
		2.2. Niquelado ☐					
		2.3. Galvanizado ☐					
		3. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista	Visual	Contagem			
		4. Confirmação da recepção de anilhas de bloqueio se especificado em projecto	Visual	[Ref.ª de Projecto]			
		Armazenamento:					
		1. Acondicionamento em local abrigado e fechado	Visual	Sim / Não			
		2. Separação por tipo, diâmetro e classe de resistência	Visual	Sim / Não			
		3. Etiquetagem de todas as peças	Visual	Sim / Não			
		4. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual	Sim / Não			
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável Normas Aplicáveis: Parafusos - DIN: 267, 558, 601, 931, 933, 960, 961, 6914, 7968, 7990 Porcas - DIN: 267, 555, 934, 936, 6915 Parafusos - DIN: 267, 125-A, 125-V, 126, 127, 433, 434, 435, 6916, 6917, 6918, 79, 8, 7989-A, 79-89-B, 9021-A, 9021-B Observações: _____ Anexos: _____ N.º Páginas: _____							
Reprodução Proibida 2 de 2							

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS NA METALOMECÂNICA - MATERIAIS DE ADIÇÃO				Referência: RECM_Mate_Adic	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):						
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____						

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
1. MÃO - DE - OBRA									
		Enquadramento: Encarregado de Oficina	Visual	Sim / Não					
		Equipa com Experiência na Movimentação de Cargas	Visual	Sim / Não					
		Outros: _____							
2. EQUIPAMENTO									
		Equipamento com Capacidade de Carga Adequada	Visual	Sim / Não					
		Outros: _____							
3. MATERIAIS									
DE ADIÇÃO:									
		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade					
		Eléct. Revestido ☐ 2. Material dos eléctrodos compatível com os metais a soldar	Visual	[Ref.ª de Projecto]					
		Fio Eléctrodo ☐ 3. Não utilização de rolos de fio eléctrodo que apresentem oxidação	Visual	Sim / Não					
		Lote: _____							
		Armazenamento:							
		1. Acondicionamento em local seco e fechado	Visual	Sim / Não					
		2. Separação de embalagens por tipo e características	Visual	Sim / Não					
		3. Após abertura de embalagens conservação de eléctrodos em estufa	Visual	Sim / Não					
		4. Rolos de fio eléctrodo em embalagens fechadas por vácuo	Visual	Sim / Não					
		GASES: _____							
		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade					
		2. Colocação das garratas em local isento de impactos de equipamentos	Visual	Sim / Não					
		3. Funcionamento adequado dos reguladores de pressão das garratas	Visual	Sim / Não					
		Lote: _____							

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Normas Aplicáveis: Materiais de Adição - ASME II Parte C; ASW; E7018 ou 8018

Observações:

Anexos: _____

N.º Páginas: _____

1 de 1

Reprodução Proibida

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS NA UNIDADE DE TRATAMENTO - TRATAMENTO E PINTURA				Referência: RECU_Trat_Pint																																																																																																					
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica																																																																																																					
Obra/Empreitada:				Fiscalização:																																																																																																							
Adjudicatário:				Empreiteiro:																																																																																																							
Referências de projecto (*):																																																																																																											
Item MTQ:		Caderno de Encargos (páginas):		Peças desenhadas:																																																																																																							
<table><thead><tr><th rowspan="3">I T E M</th><th rowspan="3">PONTOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">VERIFICAÇÕES</th><th rowspan="3">MEIOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">PARÂMETROS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">REGISTOS E RESULTADOS</th><th colspan="4">INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)</th></tr><tr><th rowspan="2">C / NC / AC / NA</th><th rowspan="2">C / NC / AC / NA</th><th rowspan="2">C / NC / AC / NA</th><th rowspan="2">C / NC / AC / NA</th></tr><tr><th>/</th><th>/</th><th>/</th><th>/</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2">Para Galvanização:</td><td rowspan="2">1. Apresentação do Certificado de Qualidade</td><td rowspan="2">Documental</td><td rowspan="2">Certificado de Qualidade</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">C / NC / AC / NA</td><td rowspan="2">C / NC / AC / NA</td><td rowspan="2">C / NC / AC / NA</td><td rowspan="2">C / NC / AC / NA</td></tr><tr><td colspan="2">Zinco ☐</td></tr><tr><td colspan="2">Lote: _____</td><td colspan="2">Armazenamento:</td><td rowspan="2">Sim / Não</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">1. Etiquetagem do material</td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2">Para Pintura:</td><td rowspan="3">1. Apresentação do Certificado de Qualidade 2. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista 3. Confirmação da cor (RAL) recepcionada face à prevista</td><td rowspan="3">Documental Visual Visual</td><td rowspan="3">Certificado de Qualidade Contagem [Ref.ª de Projecto]</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr><tr><td colspan="2">Primários ☐</td></tr><tr><td colspan="2">Lote: _____</td></tr><tr><td colspan="2">Refª: _____</td><td colspan="2">Armazenamento:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="2"></td><td rowspan="3">1. Acondicionamento em local seco e fechado 2. Não armazenar tintas em locais com temperaturas excessivas 3. No caso de tintas já armazenadas virá-las de 3 em 3 meses 4. Protecção contra fontes de ignição 5. Protecção contra impactos de equipamentos</td><td rowspan="3">Visual Termómetro Visual Visual Visual</td><td rowspan="3">Sim / Não Temp. < 40º C Ficha Técnica do Produto Sim / Não Sim / Não</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr><tr><td colspan="2">Tintas ☐</td></tr><tr><td colspan="2">Lote: _____</td></tr><tr><td colspan="2">Refª: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>								I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)				C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	/	/	/	/	Para Galvanização:		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade		C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	Zinco ☐		Lote: _____		Armazenamento:		Sim / Não						1. Etiquetagem do material												Para Pintura:		1. Apresentação do Certificado de Qualidade 2. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista 3. Confirmação da cor (RAL) recepcionada face à prevista	Documental Visual Visual	Certificado de Qualidade Contagem [Ref.ª de Projecto]						Primários ☐		Lote: _____		Refª: _____		Armazenamento:										1. Acondicionamento em local seco e fechado 2. Não armazenar tintas em locais com temperaturas excessivas 3. No caso de tintas já armazenadas virá-las de 3 em 3 meses 4. Protecção contra fontes de ignição 5. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual Termómetro Visual Visual Visual	Sim / Não Temp. < 40º C Ficha Técnica do Produto Sim / Não Sim / Não						Tintas ☐		Lote: _____		Refª: _____									
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)																																																																																																					
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA							C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA																																																																																												
								/	/	/	/																																																																																																
Para Galvanização:		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade		C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA																																																																																																		
Zinco ☐																																																																																																											
Lote: _____		Armazenamento:		Sim / Não																																																																																																							
1. Etiquetagem do material																																																																																																											
Para Pintura:		1. Apresentação do Certificado de Qualidade 2. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista 3. Confirmação da cor (RAL) recepcionada face à prevista	Documental Visual Visual	Certificado de Qualidade Contagem [Ref.ª de Projecto]																																																																																																							
Primários ☐																																																																																																											
Lote: _____																																																																																																											
Refª: _____		Armazenamento:																																																																																																									
		1. Acondicionamento em local seco e fechado 2. Não armazenar tintas em locais com temperaturas excessivas 3. No caso de tintas já armazenadas virá-las de 3 em 3 meses 4. Protecção contra fontes de ignição 5. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual Termómetro Visual Visual Visual	Sim / Não Temp. < 40º C Ficha Técnica do Produto Sim / Não Sim / Não																																																																																																							
Tintas ☐																																																																																																											
Lote: _____																																																																																																											
Refª: _____																																																																																																											
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável Observações: Anexos: _____ N.º Páginas: _____																																																																																																											

Logotipo da Empresa de Fiscalização			FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA - PRODUTOS DE SELAGEM				Referência: RECO_Prod_Sela		
Dono da Obra:			Responsáveis			Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:						Fiscalização:			
Adjudicatário:						Empreiteiro:			
Referências de projecto (*):									
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____									
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES		MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)		
							C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA		
1. MÃO - DE - OBRA									
		Enquadramento: Encarregado de Obra		Visual	Sim / Não				
		Manobreadores: <i>Quantidade</i>		Documental	Certificado de Aptidão				
		Serventes: <i>Quantidade</i>		Visual	Sim / Não				
		Outros: _____							
2. EQUIPAMENTO									
		Conjunto Industrial:		Visual	Sim / Não				
		Outros: _____							
3. MATERIAIS									
	ARGAMASSA DE RETRACÇÃO COMPENSADA ☐	1. Apresentação do Certificado de Qualidade		Documental	Certificado de Qualidade				
		2. Identificação do fornecedor, destinatário e data e hora de expedição		Documental	Guia de Transporte				
		3. Inexistência de sacos violados		Visual	Sim / Não				
		4. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista		Visual	Sim / Não				
		Lote: _____							
		Armazenamento:							
		1. Acondicionamento em local seco e fechado		Visual	Sim / Não				
		2. Entrepósito sobre estrados de madeira com ventilação inferior		Visual	Sim / Não				
		3. Organização em pilhas com altura limitada		Visual	Máximo 10 sacos				
		4. Ordenação de forma a se consumirem primeiro os sacos + antigos		Visual	Sim / Não				
		5. Não armazenar por um períodos longos		Visual	Máximo 3 meses				
		6. Protecção contra impactos de equipamentos		Visual	Sim / Não				
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável									

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA - PRODUTOS DE SELAGEM				Referência: RECO_Prod_Sela					
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica					
Obra/Empreitada:				Fiscalização:							
Adjudicatário:				Empreiteiro:							
Referências de projecto (*):											
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____											
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)					
	RESINAS EPOXI ☐	1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade							
		2. Identificação do fornecedor, destinatário e data e hora de expedição	Documental	Guia de Transporte							
	Lote: _____	3. Inexistência de sacos violados	Visual	Sim / Não							
		4. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista	Visual	Sim / Não							
		Armazenamento:									
		1. Acondicionamento em local seco e ventilado	Visual	Sim / Não							
		2. Ordenação de forma a se consumirem primeiro os produtos + antigos	Visual	Sim / Não							
		3. Protecção contra fontes de ignição	Visual	Sim / Não							
		4. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual	Sim / Não							
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;											
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável											
Observações:											
Anexos: _____											
N.º Páginas: _____											

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA - MATERIAIS DE ADIÇÃO				Referência: RECO_Mate_Adic	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):									
Item MTQ:				Caderno de Encargos (páginas):					
				Peças desenhadas:					

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)							
						/	/	/	/	/	/	/	/
1. MÃO - DE - OBRA						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA		
		Enquadramento: Encarregado de Obra	Visual	Sim / Não									
		Manobradores:											
		Quantidade	Documental	Certificado de Aptidão									
		Serventes:											
		Quantidade	Visual	Sim / Não									
		Outros:											
2. EQUIPAMENTO													
		Conjunto Industrial:											
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não									
		Outros:											
3. MATERIAIS													
DE ADIÇÃO:													
		1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade									
		Eléct. Revestido ☐	Documental	Guia de Transporte									
		3. Inexistência de embalagens violadas	Visual	Sim / Não									
		Lote:											
		Armazenamento:											
		1. Acondicionamento em local seco e fechado	Visual	Sim / Não									
		2. Separação de embalagens por tipo e características	Visual	Sim / Não									

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;	
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável	
Normas Aplicáveis: Materiais de Adição - ASME II Parte C; ASW; E7018 ou 8018	
Observações:	
Anexos: _____	
N.º Páginas: _____	

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA - TRATAMENTO E PINTURA				Referência: RECO_Trat_Pint	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):

Item MTQ: Caderno de Encargos (páginas): Peças desenhadas:

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
						/ /		/ /	
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
PARA PINTURA:									
Primários ☐	(Metalização a frio)	1. Apresentação do Certificado de Qualidade	Documental	Certificado de Qualidade					
		2. Identificação do fornecedor, destinatário e data e hora de expedição	Documental	Guia de Transporte					
		3. Inexistência de embalagens violadas	Visual	Sim / Não					
	Lote: _____	4. Confirmação da quantidade recepcionada face à prevista	Visual	Contagem					
		5. Confirmação da cor (RALL) recepcionada face à prevista	Visual	[Ref.ª de Projecto]					
	Tintas ☐								
		Armazenamento:							
	Lote: _____	1. Acondicionamento em local seco e fechado	Visual	Sim / Não					
		2. Manutenção dos rótulos dos materiais legíveis	Visual	Sim / Não					
		3. Não armazenar tintas em locais com temperaturas excessivas	Termómetro	Temp. < 40º C					
		4. No caso de tintas já armazenadas virá-las de 3 em 3 meses	Visual	Ficha Técnica do Produto					
		5. Protecção contra fontes de ignição	Visual	Sim / Não					
		6. Protecção contra impactos de equipamentos	Visual	Sim / Não					

Notas: (') Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Observações:

Anexos: N.º Páginas:

**FICHAS DE FABRICO NA
METALOMECÂNICA**

Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS PROCEDIMENTO ESPECÍFICO DE PRODUÇÃO	Referência:
		FABR_PEP
		Página

Fase de Construção:	FABRICO NA METALOMECÂNICA
----------------------------	----------------------------------

Dono de Obra:	
Obra / Empreitada:	
Adjudicatário:	

O Empreiteiro deverá propor à aprovação da Fiscalização um Procedimento Específico de Produção (PEP) que terá de incluir os seguintes campos:

TÓPICOS A VERIFICAR			
ITEM	PONTOS DE CONTROLO	DESCRIÇÃO	CONFORMIDADE C / NC
1.	Cabeçalho	Inclusão da designação da empreitada, da actividade em análise, da codificação do adjudicatário e da versão a que corresponde	
2.	Introdução	Identificação sumária dos trabalhos a desenvolver	
3.	Referências	Identificação das peças escritas e desenhadas de projecto aplicáveis	
4.	Recursos	Descrição dos materiais (permanentes e consumíveis) a afectar à tarefa Identificação dos equipamentos e mão-de-obra a afectar à tarefa Indicação da necessidade de recurso a subempreitadas e sua identificação	
5.	Caracterização	Identificação das fases que constituem a tarefa Definição da calendarização dos trabalhos Descrição dos trabalhos e sua sequência lógica	
6.	Pontos críticos	Definição dos pontos críticos susceptíveis de risco	
7.	Aceitação	Definição dos critérios de aceitação da execução	
8.	Fluxograma	Apresentação de fluxograma que detalhe o procedimento	
9.	Segurança	Apresentação dos procedimentos de segurança a adoptar	
10.	Ambiente	Apresentação das medidas a adoptar relativamente à minimização dos impactes ambientais dos trabalhos e à gestão dos resíduos gerados	

Anexo:	<i>PEP enviado pelo Adjudicatário</i>
---------------	---------------------------------------

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		
Elaborado por:	Verificado por:	Recebido pelo Empreiteiro:
_____ h _____/_____/_____	_____/_____/_____	_____/_____/_____

Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS FABRICO NA METALOMECÂNICA - CORTE E FURAÇÃO				Referência: FABR_Cort_Fura																																																																																																																																																																																																																																																																
Dono da Obra:						Responsáveis		Nome		Rubrica																																																																																																																																																																																																																																																												
Obra/Empreitada:						Fiscalização:																																																																																																																																																																																																																																																																
Adjudicatário:						Empreiteiro:																																																																																																																																																																																																																																																																
Referências de projecto (*):																																																																																																																																																																																																																																																																						
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____																																																																																																																																																																																																																																																																						
<table><thead><tr><th rowspan="3">I T E M</th><th rowspan="3">PONTOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">VERIFICAÇÕES</th><th rowspan="3">MEIOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">PARÂMETROS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">REGISTOS E RESULTADOS</th><th colspan="6">INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)</th></tr><tr><th colspan="2"></th><th colspan="2"></th><th colspan="2"></th><th colspan="2"></th></tr><tr><th>/</th><th>/</th><th>/</th><th>/</th><th>/</th><th>/</th><th>/</th><th>/</th></tr><tr><th colspan="6"></th><th>C / NC / AC / NA</th><th>C / NC / AC / NA</th><th>C / NC / AC / NA</th><th>C / NC / AC / NA</th><th>C / NC / AC / NA</th><th>C / NC / AC / NA</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="11">1. MÃO - DE - OBRA</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Enquadramento: Encarregado de Oficina</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Serralheiros: <i>Quantidade</i></td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Ajudantes de Serralheiro: <i>Quantidade</i></td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Manobradores: <i>Quantidade</i></td><td>Documental</td><td>Certificado de Aptidão</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Outros: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="11">2. EQUIPAMENTO</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Aparelho de topografia</td><td>Documental</td><td>Cert. Calibração</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Pontes Rolantes: <i>Capacidade de Carga</i></td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Guinchos: <i>Capacidade de Carga</i></td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Máquina de Punção</td><td>Documental</td><td>Cert. Calibração</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Equipamento de Corte</td><td>Documental</td><td>Cert. Calibração</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Equipamento de Furação</td><td>Documental</td><td>Cert. Calibração</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Outros: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="11">3. MATERIAIS</td></tr><tr><td></td><td></td><td>FCC de Recepção de Chapas, Perfis e Outros</td><td>Documental</td><td>RECM_Chap_Perf</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Confirmar a inexistência em oficina de materiais que não tenham sido previamente recepcionados</td><td>Visual</td><td>Contagem</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="11">Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável</td></tr></tbody></table>											I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)														/	/	/	/	/	/	/	/							C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	1. MÃO - DE - OBRA													Enquadramento: Encarregado de Oficina	Visual	Sim / Não										Serralheiros: <i>Quantidade</i>	Visual	Sim / Não										Ajudantes de Serralheiro: <i>Quantidade</i>	Visual	Sim / Não										Manobradores: <i>Quantidade</i>	Documental	Certificado de Aptidão										Outros: _____										2. EQUIPAMENTO													Aparelho de topografia	Documental	Cert. Calibração										Pontes Rolantes: <i>Capacidade de Carga</i>	Visual	Sim / Não										Guinchos: <i>Capacidade de Carga</i>	Visual	Sim / Não										Máquina de Punção	Documental	Cert. Calibração										Equipamento de Corte	Documental	Cert. Calibração										Equipamento de Furação	Documental	Cert. Calibração										Outros: _____										3. MATERIAIS													FCC de Recepção de Chapas, Perfis e Outros	Documental	RECM_Chap_Perf										Confirmar a inexistência em oficina de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem								Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável										
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)																																																																																																																																																																																																																																																																
						/	/	/	/	/	/	/	/																																																																																																																																																																																																																																																									
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA																																																																																																																																																																																																																																																											
1. MÃO - DE - OBRA																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Enquadramento: Encarregado de Oficina	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Serralheiros: <i>Quantidade</i>	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Ajudantes de Serralheiro: <i>Quantidade</i>	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Manobradores: <i>Quantidade</i>	Documental	Certificado de Aptidão																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Outros: _____																																																																																																																																																																																																																																																																				
2. EQUIPAMENTO																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Aparelho de topografia	Documental	Cert. Calibração																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Pontes Rolantes: <i>Capacidade de Carga</i>	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Guinchos: <i>Capacidade de Carga</i>	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Máquina de Punção	Documental	Cert. Calibração																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Equipamento de Corte	Documental	Cert. Calibração																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Equipamento de Furação	Documental	Cert. Calibração																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Outros: _____																																																																																																																																																																																																																																																																				
3. MATERIAIS																																																																																																																																																																																																																																																																						
		FCC de Recepção de Chapas, Perfis e Outros	Documental	RECM_Chap_Perf																																																																																																																																																																																																																																																																		
		Confirmar a inexistência em oficina de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem																																																																																																																																																																																																																																																																		
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável																																																																																																																																																																																																																																																																						

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS FABRICO NA METALOMECÂNICA - SOLDADURAS			Referência: FABR_Sold	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica
Obra/Empreitada:		Fiscalização:				
Adjudicatário:		Empreiteiro:				

Referências de projecto (*):						
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____						

ITEM	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)					
						/	/	/	/	/	/
C / NC / AC / NA							C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA											
		Enquadramento: Encarregado de Oficina	Visual	Sim / Não							
		Serralheiros:									
		Quantidade	Visual	Sim / Não							
		Ajudantes de Serralheiro:									
		Quantidade	Visual	Sim / Não							
		Soldadores:									
		Quantidade	Documental	Cert. Qualificação							
		Outros: _____									
2. EQUIPAMENTO											
		Equipamentos de Soldadura									
		Características	Visual	Sim / Não							
		Rebarbadora	Visual	Sim / Não							
		Outros: _____									
3. MATERIAIS											
		FCC de Recepção de Chapas, Perfis e Outros	Documental	RECM_Chap_Perf							
		FCC de Recepção de Materiais de Adição	Documental	RECM_Mate_Adic							
		Confirmar a inexistência em oficina de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem							

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;

Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Logotipo da Empresa de Fiscalização

FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE
ESTRUTURAS METÁLICAS
FABRICO NA METALOMECÂNICA - ENSAIOS DE SOLDADURAS

Referência:
FABR_Ensa_Sold

Dono da Obra: Obra/Empreitada: Adjudicatário:	Responsáveis	Nome	Rubrica
		Fiscalização:	
		Empreiteiro:	

Referências de projecto (*):

Item MTQ: Caderno de Encargos (páginas): Peças desenhadas:

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPEÇÕES (LOCAL / DATAS)							
						C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA													
		Técnicos da Entidade Independente	Visual	Sim / Não									
		Outros: _____											
2. EQUIPAMENTO													
		Equipamentos de Ensaios	Visual	Sim / Não									
		Outros: _____											
3. TECNOLOGIA													
		MAGNETOSCOPIA ☐											
		(Sold. de canto)	Documental	Relatório de Ensaio									
		1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Visual	Contagem									
		2. Em regra ensaiar 25 % das soldaduras	Visual	Contagem									
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem									
		LÍQUIDOS	Documental	Relatório de Ensaio									
		PENETRANTES ☐	Visual	Contagem									
		(Sold. de canto)	Visual	Contagem									
		1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras											
		2. Em regra ensaiar 10 % das soldaduras											
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura											
		ULTRA SONS ☐	Documental	Relatório de Ensaio									
		1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Visual	Contagem									
		2. Em regra ensaiar 10 % das soldaduras	Visual	Contagem									
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem									
		RADIOGRAFIAS ☐	Documental	Relatório de Ensaio									
		1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Visual	Contagem									
		2. Em regra ensaiar 10 % das soldaduras	Visual	Contagem									
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem									

**FICHAS DE TRATAMENTO E PINTURA –
UNIDADE DE TRATAMENTO**

Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS PROCEDIMENTO ESPECÍFICO DE PRODUÇÃO	Referência:
		TRAT_PEP
		Página

Fase de Construção:	UNIDADE DE TRATAMENTO SUPERFICIAL
---------------------	-----------------------------------

Dono de Obra:	
Obra / Empreitada:	
Adjudicatário:	

O Empreiteiro deverá propor à aprovação da Fiscalização um Procedimento Específico de Produção (PEP) que terá de incluir os seguintes campos:

TÓPICOS A VERIFICAR			
ITEM	PONTOS DE CONTROLO	DESCRIÇÃO	CONFORMIDADE C / NC
1.	Cabeçalho	Inclusão da designação da empreitada, da actividade em análise, da codificação do adjudicatário e da versão a que corresponde	
2.	Introdução	Identificação sumária dos trabalhos a desenvolver	
3.	Referências	Identificação das peças escritas e desenhadas de projecto aplicáveis	
4.	Recursos	Descrição dos materiais (permanentes e consumíveis) a afectar à tarefa Identificação dos equipamentos e mão-de-obra a afectar à tarefa Indicação da necessidade de recurso a subempreitadas e sua identificação	
5.	Caracterização	Identificação das fases que constituem a tarefa Definição da calendarização dos trabalhos Descrição dos trabalhos e sua sequência lógica	
6.	Pontos críticos	Definição dos pontos críticos susceptíveis de risco	
7.	Aceitação	Definição dos critérios de aceitação da execução	
8.	Fluxograma	Apresentação de fluxograma que detalhe o procedimento	
9.	Segurança	Apresentação dos procedimentos de segurança a adoptar	
10.	Ambiente	Apresentação das medidas a adoptar relativamente à minimização dos impactes ambientais dos trabalhos e à gestão dos resíduos gerados	

Anexo:	PEP enviado pelo Adjudicatário
--------	--------------------------------

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		
Elaborado por:	Verificado por:	Recebido pelo Empreiteiro:
_____ h _____ / /	_____ / /	_____ / /

Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS UNIDADE DE TRATAMENTO SUPERFICIAL - DECAPAGEM, TRATAMENTO E PINTURA				Referência: TRAT_Trat_Pint									
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica									
Obra/Empreitada:		Fiscalização:													
Adjudicatário:		Empreiteiro:													
Referências de projecto (*):															
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____															
I T E M		PONTOS DE CONTROLE		VERIFICAÇÕES		MEIOS DE CONTROLE		PARÂMETROS DE CONTROLE		REGISTOS E RESULTADOS		INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
1.		MÃO - DE - OBRA													
				Enquadramento: Encarregado da Unidade de Tratamento		Visual		Sim / Não							
				Pintores:											
				Ajudantes de Pintor:		Visual		Sim / Não							
				Operários não Qualificados:		Visual		Sim / Não							
				Manobradores:		Visual		Sim / Não							
				Outros:		Documental		Certificado de Aptidão							
2.		EQUIPAMENTO													
				Câmara de Decapagem		Visual		Sim / Não							
				Lixadeiras Eléctricas Rotativas		Visual		Sim / Não							
				Pá Carregadora:		Visual		Sim / Não							
				Empilhador:		Visual		Sim / Não							
				Tanques de Imersão		Visual		Sim / Não							
				Bombas de Pintura e Pistolas		Visual		Sim / Não							
				Outros:											
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;															
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável															

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS UNIDADE DE TRATAMENTO SUPERFICIAL - DECAPAGEM, TRATAMENTO E PINTURA				Referência: TRAT_Trat_Pint									
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica									
Obra/Empreitada:		Fiscalização:													
Adjudicatário:		Empreiteiro:													
Referências de projecto (*):															
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____															
I T E M		PONTOS DE CONTROLE		VERIFICAÇÕES		MEIOS DE CONTROLE		PARÂMETROS DE CONTROLE		REGISTOS E RESULTADOS		INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
		TRATAMENTO													
		Metalização a quente ☐						Termómetro do Equipam.		446 < T (°C) < 455					
		Metalização a frio ☐						Aparelho Medidor Espessuras		[Ref.ª de Projecto]					
		Galvanização ☐													
		PINTURA						Visual		Sim / Não					
		Primário ☐				1. Remover previamente óleos, graxas e gorduras, através de solventes finalizando com lavagem a água.									
		1ª Demão ☐				2. Não pintar com humidades excessivas		Humímetro		Hum. Relativa do ar < 85 %					
		2ª Demão ☐						Termómetro		16 < T (°C) < 30					
		3ª Demão ☐				3. Aplicar a tinta a temperatura adequada		Termómetro		Se T < 16°C ou T > 30°C cuidados na diluição					
		4ª Demão ☐				4. Pintar com temperaturas atmosférica e do metal adequadas		Termómetro							
						5. Verificação da espessura de película após cada camada (húm. e seca)		Aparelho Medidor Espessuras		[Ref.ª de Projecto]					
						6. Cumprir os intervalos de secagem entre demãos		Documental		Ficha técnica do produto					
						7. Verificar a uniformidade (cor, textura e isolamento)		Visual		Sim / Não					
						8. Confirmar a inexistência de bolhas de ar e/ou irregularidades		Visual		Sim / Não					
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal.															
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável															
Normas Aplicáveis: Decapagem - NORMA SUECA SIS 05 5900 ; ISO 8501, 8502, 8503, 8504; ISO 12944															
Tratamento - ISO 12944															
Pintura - ISO 12944															
Observações:								Anexos: _____							
								N.º Páginas: _____							

**FICHAS DE CARGA, TRANSPORTE E
DESCARGA**

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS TRANSPORTE - CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA				Referência: TRAN_Trans	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome	Rubrica		
Obra/Empreitada:							
Adjudicatário:		Fiscalização:					
		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):					
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____					

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)					
						/	/	/	/	/	/
						C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA											
		Enquadramento: Encarregado da Unidade de Tratamento	Visual	Sim / Não							
		Encarregado de obra	Visual	Sim / Não							
		Serventes:									
		Quantidade	Visual	Sim / Não							
		Manobreadores:									
		Quantidade	Documental	Certificado de Aptidão							
		Motoristas:									
		Quantidade	Documental	Carta de condução							
		Outros: _____									
2. EQUIPAMENTO											
		Gruas:									
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não							
		Conjunto Industrial:									
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não							
		Camiões:									
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não							
		Outros: _____									
3. MATERIAIS											
		Peças expedidas da unidade de tratamento superficial	Visual	Contagem							
		Confirmar a inexistência em oficina de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem							

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;

Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS TRANSPORTE - CARGA, TRANSPORTE E DESCARGA				Referência: TRAN_Trans	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:							
Adjudicatário:							
Fiscalização:							
Empreiteiro:							

Referências de projecto (*):									
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____									

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)						
						C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA C / NC / AC / NA						
4. TECNOLOGIA												
CARGA												
1. Agendamento das cargas e convocação da presença da fiscalização							Pedido de Expedição					
2. Utilizar um equipamento com capacidade de carga adequada e executar as operações de forma não apressada							Sim / Não					
3. Erguer as peças em pontos de amarração que não introduzam empenos nas mesmas							Sim / Não					
4. As peças devem ser devidamente calçadas para que fique 100 % estável e sem deformações durante o transporte							Sim / Não					
5. Amarração no camião com cintas para evitar deslizamentos							Sim / Não					
6. No caso de peças já tratadas ergué-las com cintas não abrasivas							Sim / Não					
7. Conferência das guias de remessa							Guia de Remessa					
TRANSPORTE												
1. Apresentação de licenças de transportes excepcionais que requireiam medidas especiais de acompanhamento / policiamento							Licença					
2. Apresentação da aprovação por parte do organismo competente de autorização para desvios de trânsito para acesso à obra							Plano de Desvio de Trânsito					
3. Selecção do camião de acordo com a dimensão e o peso das peças							Sim / Não					
4. Verificação de limitações de altura em viadutos							Sinalização Rodoviária					
5. Verificação do peso combinado do camião e carga na passagem sobre pontes							Sinalização Rodoviária					
DESCARGA												
1. Confirmar inexistência de lesins decorrentes do transporte							Sim / Não					
2. Verificar a inexistência de elementos que não tenham sido alvo de recepção/ inspecção							Contagem					
3. Na descarga em estaleiro colocar calços de interposição para evitar o contacto com o solo							Sim / Não					
4. Separar as peças empilhadas com materiais resilientes							Sim / Não					
5. Evitar o contacto das peças pintadas com outros metais em corrosão e/ou limalhas de aço							Sim / Não					

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal.

Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Observações:

Anexos: _____

N.º Páginas: _____

Reprodução Proibida

2 de 2

FICHAS DE MONTAGEM EM OBRA

Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE	Referência:
	ESTRUTURAS METÁLICAS	MONT_PEP
	PROCEDIMENTO ESPECÍFICO DE PRODUÇÃO	Página

Fase de Construção:	MONTAGEM EM OBRA
----------------------------	-------------------------

Dono de Obra:	
Obra / Empreitada:	
Adjudicatário:	

O Empreiteiro deverá propor à aprovação da Fiscalização um Procedimento Específico de Produção (PEP) que terá de incluir os seguintes campos:

TÓPICOS A VERIFICAR			
I T E M	PONTOS DE CONTROLO	DESCRIÇÃO	CONFORMIDADE C / NC
1.	Cabeçalho	Inclusão da designação da empreitada, da actividade em análise, da codificação do adjudicatário e da versão a que corresponde	
2.	Introdução	Identificação sumária dos trabalhos a desenvolver	
3.	Referências	Identificação das peças escritas e desenhadas de projecto aplicáveis	
4.	Recursos	Descrição dos materiais (permanentes e consumíveis) a afectar à tarefa Identificação dos equipamentos e mão-de-obra a afectar à tarefa Indicação da necessidade de recurso a subempreitadas e sua identificação	
5.	Caracterização	Identificação das fases que constituem a tarefa Definição da calendarização dos trabalhos Descrição dos trabalhos e sua sequência lógica	
6.	Pontos críticos	Definição dos pontos críticos susceptíveis de risco	
7.	Aceitação	Definição dos critérios de aceitação da execução	
8.	Fluxograma	Apresentação de fluxograma que detalhe o procedimento	
9.	Segurança	Apresentação dos procedimentos de segurança a adoptar	
10.	Ambiente	Apresentação das medidas a adoptar relativamente à minimização dos impactes ambientais dos trabalhos e à gestão dos resíduos gerados	

Anexo:	<i>PEP enviado pelo Adjudicatário</i>
---------------	---------------------------------------

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		
Elaborado por:	Verificado por:	Recebido pelo Empreiteiro:
_____h _____/_____/_____	_____/_____/_____	_____/_____/_____

Legenda: C - Conforme; NC - Não Conforme

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - SOLDADURAS EM OBRA				Referência: MONT_Sold																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Dono da Obra:				Responsáveis		Nome		Rubrica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Obra/Empreitada:				Fiscalização:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Adjudicatário:				Empreiteiro:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Referências de projecto (*):																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table><thead><tr><th rowspan="3">I T E M</th><th rowspan="3">PONTOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">VERIFICAÇÕES</th><th rowspan="3">MEIOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">PARÂMETROS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">REGISTOS E RESULTADOS</th><th colspan="6">INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)</th></tr><tr><th colspan="2"></th><th colspan="2"></th><th colspan="2"></th><th colspan="2"></th></tr><tr><th>C / NC</th><th>AC / NA</th><th>C / NC</th><th>AC / NA</th><th>C / NC</th><th>AC / NA</th><th>C / NC</th><th>AC / NA</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="12">1. MÃO - DE - OBRA</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Enquadramento: Encarregado de obra</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Serralheiros:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Quantidade</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Ajudantes de Serralheiro:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Quantidade</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Soldadores:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Quantidade</td><td>Documental</td><td>Cert. Qualificação</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Outros: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="12">2. EQUIPAMENTO</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Equipamentos de Soldadura</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Características</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Rebarbadora</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Plataformas Elevatórias:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Capacidade de Carga</td><td>Visual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Outros: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="12">3. MATERIAIS</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Peças expedidas da unidade de tratamento superficial</td><td>Visual</td><td>Contagem</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>FCC de Recepção de Materiais de Adição</td><td>Documental</td><td>RECO_Mate_Adic</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados</td><td>Visual</td><td>Contagem</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="12">Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável</td></tr></tbody></table>										I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)														C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	1. MÃO - DE - OBRA																										Enquadramento: Encarregado de obra	Visual	Sim / Não										Serralheiros:												Quantidade	Visual	Sim / Não										Ajudantes de Serralheiro:												Quantidade	Visual	Sim / Não										Soldadores:												Quantidade	Documental	Cert. Qualificação										Outros: _____										2. EQUIPAMENTO																										Equipamentos de Soldadura												Características	Visual	Sim / Não										Rebarbadora	Visual	Sim / Não										Plataformas Elevatórias:												Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não										Outros: _____										3. MATERIAIS																										Peças expedidas da unidade de tratamento superficial	Visual	Contagem										FCC de Recepção de Materiais de Adição	Documental	RECO_Mate_Adic																						Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem								Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável											
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
						C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1. MÃO - DE - OBRA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Enquadramento: Encarregado de obra	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Serralheiros:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Quantidade	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Ajudantes de Serralheiro:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Quantidade	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Soldadores:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Quantidade	Documental	Cert. Qualificação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Outros: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2. EQUIPAMENTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Equipamentos de Soldadura																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Características	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Rebarbadora	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Plataformas Elevatórias:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Outros: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
3. MATERIAIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		Peças expedidas da unidade de tratamento superficial	Visual	Contagem																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		FCC de Recepção de Materiais de Adição	Documental	RECO_Mate_Adic																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - SOLDADURAS EM OBRA				Referência: MONT_Sold	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:		Fiscalização:					
Adjudicatário:		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):						
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____						

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)			
4. TECNOLOGIA									
	COND. PRÉVIAS	1. Garantir a paragem dos trabalhos de soldadura durante períodos de chuva, vento ou condições de humidade severas	Anemómetro / Visual	Veloc. vento / Precipitação					
		2. Aprovação do procedimento de soldadura em obra	Documental	PIE Soldaduras					
		3. Definição do plano de amostragem de soldaduras a ensaiair	Documental	PIE Soldaduras					
		4. Aprovação da entidade independente para certificação de soldaduras	Documental	PIE Soldaduras					
		5. Confronto do soldadores certificados com o tipo de soldaduras	Visual	Sim / Não					
		6. Controle da preparação das juntas a soldar	Visual	Sim / Não					
	COND. EXECUÇÃO	1. As soldaduras deverão ser arrefecidas lentamente exigindo-se uma protecção contra o arrefecimento brusco em atmosferas adversas	Visual	Sim / Não					
		2. Em obra apenas se poderão efectuar soldaduras pelo processo de electrodo revestido	Visual	Sim / Não					
		3. As superfícies a soldar não deverão receber pintura de oficina. Se tal ocorrer, a tinta numa faixa de 5cm de cada lado da junta deverá ser removida antes da execução da soldadura	Visual	Sim / Não					
		4. A natureza e o diâmetro de eléctrodos deve ser condizente com a qualidade dos materiais e tipo ligação	Visual	Sim / Não					
		5. As superfícies dos elementos a soldar deverão encontrar-se secas, bem limpas e isentas de gorduras	Visual	Sim / Não					
		6. Para cordões obtidos por várias passagens deve proceder-se antes de cada nova passagem à repicagem de escórias e limpeza com escova de arame	Visual	Sim / Não					
		7. Garantir que as peças fiquem nas posições pretendidas	Visual	Sim / Não					
		8. Evitar a aplicação excessiva de soldadura num mesmo local	Visual	Sim / Não					
		9. A sequência de soldaduras deve conduzir ao não surgimento de empenos	Visual	Sim / Não					
		10. Ao executar soldas longas deve-se previamente executar pontos de soldadura para que as peças não se aproximem ("pingos de solda")	Visual	Sim / Não					

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Reprodução Proibida

Dono da Obra: Obra/Empreitada: Adjudicatário:	Responsáveis	Nome	Rubrica
		Fiscalização:	
		Empreiteiro:	

Referências de projecto (*):

Item MTQ: Caderno de Encargos (páginas): Peças desenhadas:

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPEÇÕES (LOCAL / DATAS)					
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA											
		Técnicos da Entidade Independente	Visual	Sim / Não							
		Outros: _____									
2. EQUIPAMENTO											
		Equipamentos de Ensaios	Visual	Sim / Não							
		Outros: _____									
3. TECNOLOGIA											
	MAGNETOSCOPIA ☐	1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Documental	Relatório de Ensaio							
	(Sold. de canto)	2. Em regra ensaiar 25 % das soldaduras	Visual	Contagem							
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem							
	LÍQUIDOS	1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Documental	Relatório de Ensaio							
	PENETRANTES ☐	2. Em regra ensaiar 10 % das soldaduras	Visual	Contagem							
	(Sold. de canto)	3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem							
	ULTRA SONS ☐	1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Documental	Relatório de Ensaio							
		2. Em regra ensaiar 10 % das soldaduras	Visual	Contagem							
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem							
	RADIOGRAFIAS ☐	1. Apresentação do relatório de ensaio das soldaduras	Documental	Relatório de Ensaio							
		2. Em regra ensaiar 10 % das soldaduras	Visual	Contagem							
		3. Frequência pode ser aumentada até 100% no caso de rejeição de cordões de soldadura	Visual	Contagem							

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - APARAFUSAMENTO				Referência: MONT_Apar	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:				Fiscalização:			
Adjudicatário:				Empreiteiro:			
Referências de projecto (*):							
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____							
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)	
						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
1. MÃO - DE - OBRA							
		Enquadramento: Encarregado de obra	Visual	Sim / Não			
		Serralheiros:					
		Quantidade	Visual	Sim / Não			
		Ajudantes de Serralheiro:					
		Quantidade	Visual	Sim / Não			
		Outros: _____					
2. EQUIPAMENTO							
		Plataformas Elevatórias:					
		Capacidade de Carga	Visual	Sim / Não			
		Chaves Dinamométricas	Documental	Cert. Calibração			
		Chaves de Aperto e outras Ferramentas Ligeiras	Visual	Sim / Não			
		Outros: _____					
3. MATERIAIS							
		Peças expedidas da unidade de tratamento superficial	Visual	Contagem			
		FCC de Recepção de Ligadores	Documental	RECM_Liga			
		Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Visual	Contagem			
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal; Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável							

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - DECAPAGEM, TRATAMENTO E PINTURA				Referência: MONT_Trat_Pint	
Dono da Obra:		Responsáveis		Nome		Rubrica	
Obra/Empreitada:							
Adjudicatário:							
		Fiscalização:					
		Empreiteiro:					

Referências de projecto (*):							
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____							

I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)							
						/	/	/	/	/	/		
						C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA
4. TECNOLOGIA													
COND. PRÉVIAS		1. Definição do tratamento de acordo com o indicado em projecto		Documental	Plano de Pintura								
DECAPAGEM													
Escova ☐		1. Iniciar na lixa mais grossa e culminar com a mais fina		Visual	Sim / Não								
Lixa ☐													
Lixadeira rotativa ☐		2. Escovar / lixar em movimentos circulares		Visual	Sim / Não								
TRATAMENTO													
Metalização a frio ☐		1. Verificação da espessura de película		Aparelho Medidor Espessuras	Plano de Pintura								
PINTURA													
Primário ☐		1. Não pintar com humidades excessivas		Humímetro	Hum. Relativa do ar < 85 %								
1ª Demão ☐		2. Aplicar a tinta a temperatura adequada		Termómetro	16 < T (°C) < 30								
2ª Demão ☐		3. Pintar com temperaturas atmosférica e do metal adequadas		Termómetro	Se T < 16°C ou T > 30°C cuidados na diluição								
3ª Demão ☐													
4ª Demão ☐		4. Verificação da espessura de película após cada camada (hum. e seca)		Aparelho Medidor Espessuras	[Ref.ª de Projecto]								
		5. Cumprir os intervalos de secagem entre demãos		Documental	Ficha técnica do produto								
		6. Verificar a uniformidade (cor, textura e isolamento)		Visual	Sim / Não								
		7. Confirmar a inexistência de bolhas de ar e/ou irregularidades		Visual	Sim / Não								

Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal.

Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável

Normas Aplicáveis: Decapagem - INORMA SUECA SIS 05 5900 ; ISO 8501, 8502, 8503, 8504; ISO 12944

Tratamento - ISO 12944

Pintura - ISO 12944

Observações:

Anexos: _____

N.º Páginas: _____

Reprodução Proibida

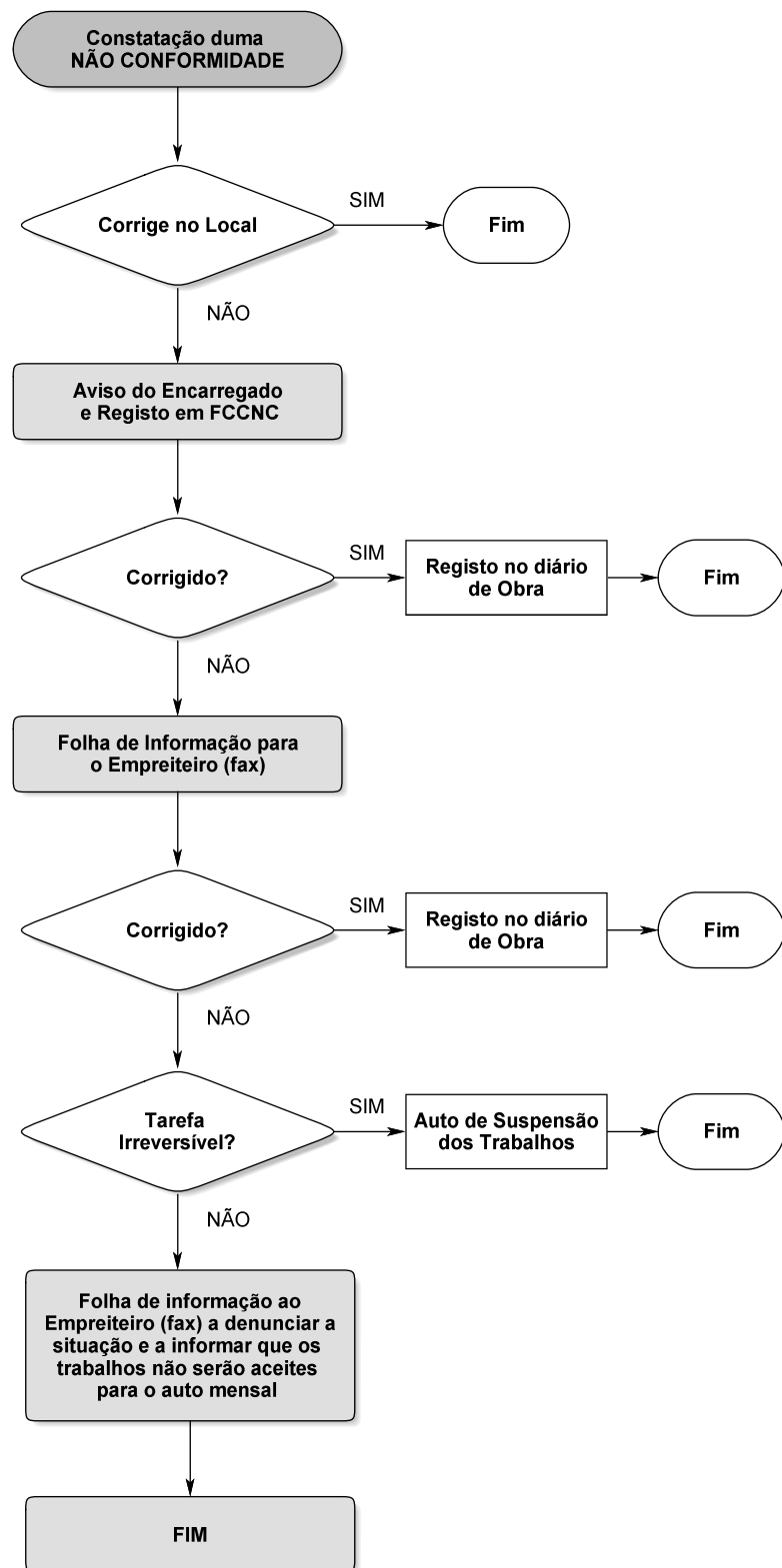
2 de 2

Logotipo da Empresa de Fiscalização		FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - INSTALAÇÃO				Referência: MONT_Inst																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Dono da Obra:				Responsáveis		Nome		Rubrica																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Obra/Empreitada:				Fiscalização:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Adjudicatário:				Empreiteiro:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Referências de projecto (*):																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<table><thead><tr><th rowspan="3">I T E M</th><th rowspan="3">PONTOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">VERIFICAÇÕES</th><th rowspan="3">MEIOS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">PARÂMETROS DE CONTROLE</th><th rowspan="3">REGISTOS E RESULTADOS</th><th colspan="6">INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)</th></tr><tr><th colspan="2">/</th><th colspan="2">/</th><th colspan="2">/</th><th colspan="2">/</th></tr><tr><th>C / NC</th><th>AC / NA</th><th>C / NC</th><th>AC / NA</th><th>C / NC</th><th>AC / NA</th><th>C / NC</th><th>AC / NA</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="10">1. MÃO - DE - OBRA</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Enquadramento: Encarregado de Obra</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Topógrafo</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Serralheiros:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Quantidade</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Ajudantes de Serralheiro:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Quantidade</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Manobreadores</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Quantidade</td><td>Documental</td><td>Cert. Qualificação</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Outros: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="10">2. EQUIPAMENTO</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Aparelho de Topografia</td><td>Documental</td><td>Cert. Calibração</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Gruas:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Capacidade de Carga</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Conjunto Industrial</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Capacidade de Carga</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Plataformas Elevatórias</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Capacidade de Carga</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Pistolas para Aplicação de Resinas</td><td>Vísual</td><td>Sim / Não</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Outros: _____</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="10">3. MATERIAIS</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Peças expedidas da unidade de tratamento superficial</td><td>Vísual</td><td>Contagem</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>FCC de Recepção de Produtos de Selagem</td><td>Documental</td><td>RECO_Prod_Sela</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados</td><td>Vísual</td><td>Contagem</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="10">Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;</td></tr><tr><td colspan="10">Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável</td></tr></tbody></table>										I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)						/		/		/		/		C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	1. MÃO - DE - OBRA												Enquadramento: Encarregado de Obra	Vísual	Sim / Não																		Topógrafo	Vísual	Sim / Não																		Serralheiros:																				Quantidade	Vísual	Sim / Não																		Ajudantes de Serralheiro:																				Quantidade	Vísual	Sim / Não																		Manobreadores																				Quantidade	Documental	Cert. Qualificação																		Outros: _____																		2. EQUIPAMENTO												Aparelho de Topografia	Documental	Cert. Calibração																		Gruas:																				Capacidade de Carga	Vísual	Sim / Não																		Conjunto Industrial																				Capacidade de Carga	Vísual	Sim / Não																		Plataformas Elevatórias																				Capacidade de Carga	Vísual	Sim / Não																		Pistolas para Aplicação de Resinas	Vísual	Sim / Não																		Outros: _____																		3. MATERIAIS												Peças expedidas da unidade de tratamento superficial	Vísual	Contagem																		FCC de Recepção de Produtos de Selagem	Documental	RECO_Prod_Sela																																						Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Vísual	Contagem																Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;										Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável									
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
						/		/								/		/																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
						C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA	C / NC	AC / NA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1. MÃO - DE - OBRA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Enquadramento: Encarregado de Obra	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Topógrafo	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Serralheiros:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Quantidade	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Ajudantes de Serralheiro:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Quantidade	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Manobreadores																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Quantidade	Documental	Cert. Qualificação																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Outros: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2. EQUIPAMENTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Aparelho de Topografia	Documental	Cert. Calibração																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Gruas:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Capacidade de Carga	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Conjunto Industrial																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Capacidade de Carga	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Plataformas Elevatórias																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		Capacidade de Carga	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Pistolas para Aplicação de Resinas	Vísual	Sim / Não																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Outros: _____																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
3. MATERIAIS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		Peças expedidas da unidade de tratamento superficial	Vísual	Contagem																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		FCC de Recepção de Produtos de Selagem	Documental	RECO_Prod_Sela																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		Confirmar a inexistência em obra de materiais que não tenham sido previamente recepcionados	Vísual	Contagem																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal;																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Logotipo da Empresa de Fiscalização			FICHA DE CONTROLO DE CONFORMIDADE ESTRUTURAS METÁLICAS MONTAGEM EM OBRA - INSTALAÇÃO				Referência: MONT_Inst			
Dono da Obra:							Responsáveis		Nome	Rubrica
Obra/Empreitada:							Fiscalização:			
Adjudicatário:							Empreiteiro:			
Referências de projecto (*):										
Item MTQ: _____ Caderno de Encargos (páginas): _____ Peças desenhadas: _____										
I T E M	PONTOS DE CONTROLE	VERIFICAÇÕES	MEIOS DE CONTROLE	PARÂMETROS DE CONTROLE	REGISTOS E RESULTADOS	INSPECÇÕES (LOCAL / DATAS)				
4. TECNOLOGIA						C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA	C / NC / AC / NA
	FIXAÇÕES	1. Convocação da presença da Fiscalização	Documental	Pedido de Montagem						
		2. Para chumbadores não instalados em fase de betonagem garantir a execução de furações no suporte com diâmetros adequados	Fita Métrica	F. Técnica Prod. Selagem						
		3. Garantir antes da aplicação furos secos e limpos	Visual	F. Técnica Prod. Selagem						
		4. Correcto posicionamento planimétrico dos chumbadores e apoios	Topográfico	[Tolerâncias de Projecto]						
		5. Assegurar altura livre para aberto do chumbadoiro acima do suporte	Topog./ Fita Métrica	[Tolerâncias de Projecto]						
		6. Garantia de folgas para ajustes finais (a selar no final)	Topog./ Fita Métrica	Sim / Não						
		7. Inexistência de ventos e chuvas fortes que perturbem a montagem	Anemómetro / Visual	Veloc. Vento / Precipitação						
		8. Instalação de iluminação em caso de trabalho nocturno (por turnos)	Visual	Sim / Não						
		9. Instalação prévia de todos os andaimes e escoramentos provisórios	Visual	Sim / Não						
		10. Movimentação das peças com cintas que não deteurem a pintura	Visual	Sim / Não						
	INSTALAÇÃO	11. Instalação sequencial e alinhada dos componentes da estrutura	Topográfico/Fio de Prumo	[Tolerâncias de Projecto]						
		12. Instalar as contra-flechas previstas em projecto	Fita Métrica	[Ref.ª de Projecto]						
		13. Os cortes e as furações em obra deverão ser evitados e só serão executados com a aprovação da Fiscalização	Visual	Sim / Não						
		14. Estabelecer ligação da estrutura metálica à terra	Visual	Sim / Não						
		15. Garantir a adequada execução de ligações aparafusadas	Documental	MONT_Apar						
		16. Garantir a adequada execução de soldaduras em obra	Documental	MONT_Sold						
		17. Tratamento e pintura de ligações soldadas em obra	Documental	MONT_Trat_Pint						
		18. Indentificação das zonas pintadas a retocar	Visual	Sim / Não						
		19. Execução de retoques de pintura em zonas com anomalias	Aparelho Med. Espessuras	MONT_Trat e Pint						
		20. Informar projectista de zonas de acumulação de água na estrutura	Visual	Sim / Não						
		21. Limpeza geral da área de intervenção	Visual	Sim / Não						
Notas: (*) Quando nada for especificado em projecto os documentos de referência a seguir serão as normas aplicáveis em vigor em Portugal. Legenda: C - Conforme ; NC - Não Conforme (Identificar a FCCNC associada) ; AC - A Corrigir ; NA - Não Aplicável										
Normas Aplicáveis: prEN1090-2										
Observações:										
Anexos: _____ N.º Páginas: _____										

A3

**FICHA DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE
NÃO CONFORMIDADES – FCCNC**



Logotipo da Empresa de Fiscalização	FICHA DE CONTROLO E CORRECÇÃO DE NÃO CONFORMIDADES	Referência:	
		FCCNC nº:	
		Página	

Dono de Obra:	
Obra / Empreitada:	
Adjudicatário:	

RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE			
Elemento / Peça:		Fase de Construção:	
Órgão / Local:			
Descrição da Não Conformidade:			
Especificações Aplicáveis:			
Anexos:			
Elaborado por:	h	Verificado por:	Recebido pelo Empreiteiro:
	/ /	/ /	/ /

A PREENCHER PELO EMPREITEIRO		
Descrição das Acções Correctivas a Realizar:		
Prazo para a sua realização: _____		
Empreiteiro: _____	Data: ____ / ____ / ____	

PARECER DA FISCALIZAÇÃO		
Relator: _____	Visto: _____	Data: ____ / ____ / ____

VERIFICAÇÃO DO TRATAMENTO DA NÃO CONFORMIDADE	
Observações:	
Verificado por: _____	Data: ____ / ____ / ____ h