

DANIEL JORGE MIRANDA FEIJÃO BERNARDO PREGO

**REGRAS DE MEDIÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS
PROPOSTA DE MODELO A APLICAR EM PORTUGAL PARA
ESTRUTURAS METÁLICAS**

JÚRI

Presidente: Engenheiro José Teixeira Trigo

Arguente: Doutor Hipólito José Campos de Sousa

Orientador: Doutor Manuel dos Santos Fonseca

Co-Orientador: Doutor António Manuel Gardete Mendes Cabaço

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Departamento de Engenharia Civil

Lisboa

2012

DANIEL JORGE MIRANDA FEIJÃO BERNARDO PREGO

**REGRAS DE MEDIÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS
PROPOSTA DE MODELO A APLICAR EM PORTUGAL PARA
ESTRUTURAS METÁLICAS**

Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil no curso Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construção e Estruturas, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, no âmbito do protocolo de parceria entre o LNEC e a ULHT.

Orientador: Doutor Manuel dos Santos Fonseca

Co-Orientador: Doutor António Manuel Gardete
Mendes Cabaço

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Departamento de Engenharia Civil

Lisboa

2012

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta dissertação contou com o apoio de algumas pessoas que gostaria de salientar e agradecer:

Ao Professor Doutor Manuel Fonseca, pela sugestão do tema e disponibilidade demonstrada.

Ao Engenheiro António Cabaço, pela disponibilidade, pelas opiniões e sugestões acerca do desenvolvimento do conteúdo, assim como os esclarecimentos prestados ao longo da elaboração desta dissertação.

Ao Sr. Luís Pimentel da Mota-Engil, ao Eng.º Sérgio Bernal da Somague, e ao Eng.º Paulo Lito da Martifer, pela disponibilidade e esclarecimentos prestados nas entrevistas realizadas.

À minha família, principalmente aos meus pais, e também aos meus amigos e colegas, por todo o apoio demonstrado.

RESUMO

O tema das regras de medição em Portugal tem sido alvo de discussão, na sequência da necessidade da existência de um documento actual sobre o assunto que sirva de referência ao modo de execução das medições, seja objectivo e esteja adequado à realidade existente no meio técnico.

Esta dissertação aborda o capítulo das medições em estruturas metálicas na construção de edifícios e está incluída num estudo global sobre regras de medição, seguindo as linhas de orientação de investigação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

O objectivo da dissertação é desenvolver um modelo de regras de medição para estruturas metálicas que esteja de acordo com a boa prática e se adapte às necessidades actuais do meio técnico, contribuindo assim para a actualização do documento Curso Sobre Regras de Medição na Construção.

De modo a atingir este objectivo, é efectuada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema e são realizadas entrevistas com técnicos de empresas de construção civil nacionais, obtendo-se assim os elementos necessários para a escolha do melhor modelo de apresentação e conteúdo a adoptar.

Finalmente, o modelo completo é apresentado com todas as justificações necessárias.

Palavras-chave: Regras de Medição, Construção de Edifícios, Estruturas Metálicas, SMM7, CSRMC, ProNIC

ABSTRACT

The subject of measurement rules in construction has been a topic of discussion in Portugal by the agents involved in all the construction process. The need for the existence of a reference document adapted to the Portuguese construction framework has been widely felt.

This thesis is included in a comprehensive study on measurement rules and is focused on the building construction works of metallic structures, following the research guidelines established by the National Laboratory of Civil Engineering (LNEC).

The purpose of the thesis is to develop a model applied to the measurement rules of metallic structures in order to fulfill good construction practices and to contribute to the update of the document “Curso Sobre Regras de Medição na Construção” (*Course on Building Construction Measurement Rules*) edited by LNEC.

In order to achieve this purpose, a literature review is made and several meetings with technicians of Portuguese contractors are conducted, aiming to obtain the necessary information and collect the best expertise for the definition and proposal of the measurement rules model.

Finally, the complete model is presented with all the necessary explanations.

Keywords: Measurement Rules, Building Construction, Metallic Structures, SMM7, CSRMC, ProNIC

LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

CESMM – *Civil Engineering Standard Method of Measurement*

CESMM3 – *Civil Engineering Standard Method of Measurement 3rd Edition*

CSRMC – Curso Sobre Regras de Medição na Construção

DIN – *Deutsches Institut für Normung* – Instituto Alemão para a Normalização

ICE – *Institution of Civil Engineers*

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

ProNIC – Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção

RICS – *The Royal Institution of Chartered Surveyors*

SMM – *Standard Method of Measurement of Building Works*

SMM7 – *Standard Method of Measurement of Building Works 7th Edition*

VOB – *Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen* – Procedimentos para a contratação na construção

ÍNDICE DE TEXTO

	Pág.
AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS.....	IV
ÍNDICE DE TEXTO.....	V
ÍNDICE DE QUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUÇÃO	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
JUSTIFICAÇÃO	1
OBJECTIVOS	3
METODOLOGIA	3
CAPÍTULO 1 – ESTADO DA ARTE	6
1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
1.2 – OBJECTIVOS E PRINCÍPIOS BASE DAS MEDIÇÕES	6
1.2.1 – OBJECTIVOS.....	6
1.2.2 – PRINCÍPIOS BASE	8
1.3 – ESTADO DA ARTE EM PORTUGAL.....	9
1.4 – ESTADO DA ARTE A NÍVEL INTERNACIONAL.....	10
1.5 – CARACTERIZAÇÃO DA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	13
1.5.1 – CURSO SOBRE REGRAS DE MEDIÇÃO NA CONSTRUÇÃO.....	14
1.5.1.1 – Considerações iniciais.....	14
1.5.1.2 – Disposição da informação	14
1.5.2 – STANDARD METHOD OF MEASUREMENT OF BUILDING WORKS 7 TH EDITION.....	16
1.5.2.1 – Considerações iniciais.....	16

1.5.2.2 – Disposição da informação	17
1.5.2.3 – <i>Standard Method of Measurement 7 – Explained and Illustrated</i>	23
1.5.3 – CIVIL ENGINEERING STANDARD METHOD OF MEASUREMENT 3 RD EDITION	23
1.5.3.1 – Considerações iniciais	23
1.5.3.2 – Disposição da informação	25
1.5.4 – NORMAS DE PAÍSES EUROPEUS	30
1.5.4.1 – Normas Alemãs DIN-VOB	30
1.5.4.2 – Norma Belga NBN B 06-001	31
1.6 – ProNIC	31
1.6.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	31
1.6.2 – DISPOSIÇÃO DA INFORMAÇÃO	32
CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DA INFORMAÇÃO RECOLHIDA	34
2.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	34
2.2 – ANÁLISE DOS MODELOS DE APRESENTAÇÃO E CONTEÚDO GERAL	34
2.2.1 – COMPARAÇÃO CSRMC/ProNIC	35
2.2.2 – COMPARAÇÃO ProNIC/SMM7	37
2.2.3 – COMPARAÇÃO CSRMC/SMM7	39
2.3 – ANÁLISE DO CONTEÚDO ESPECÍFICO DE ESTRUTURAS METÁLICAS	41
2.3.1 – CONTEÚDO DO CURSO SOBRE REGRAS DE MEDIÇÃO NA CONSTRUÇÃO	41
2.3.2 – CONTEÚDO DO ProNIC	45
2.3.3 – CONTEÚDO DO STANDARD METHOD OF MEASUREMENT OF BUILDING WORKS 7 TH EDITION	50
2.4 – ANÁLISE COMPARATIVA DO CONTEÚDO ESPECÍFICO DE ESTRUTURAS METÁLICAS	59
2.5 – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES REALIZADAS	61
2.5.1 – CONSIDERAÇÕES SOBRE O MODELO DE APRESENTAÇÃO	61
2.5.2 – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS REGRAS DE MEDIÇÃO	61
2.5.3 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESPECIFICAÇÃO DOS TRABALHOS	61

CAPÍTULO 3 – CONSULTA AO MEIO TÉCNICO.....	62
3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	62
3.2 – LISTA DAS PERGUNTAS ENDEREÇADAS ÀS EMPRESAS	63
3.3 – INFORMAÇÃO PRESTADA PELOS TÉCNICOS DAS EMPRESAS CONSULTADAS	64
3.3.1 – MARTIFER <i>METALLIC CONSTRUCTIONS</i>	64
3.3.2 – GRUPO MOTA-ENGIL – ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO.....	66
3.3.3 – SOMAGUE ENGENHARIA	67
3.4 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSULTA AO MEIO TÉCNICO.....	68
3.4.1 – PROBLEMAS IDENTIFICADOS	68
3.4.2 – ASPECTOS A TER EM CONTA NA PROPOSTA DO MODELO.....	68
CAPÍTULO 4 – PROPOSTA DO MODELO.....	70
4.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	70
4.2 – FACTORES RELEVANTES PARA A MEDIÇÃO E CUSTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	70
4.2.1 – MATÉRIA-PRIMA	70
4.2.2 – TIPO E GEOMETRIA DA ESTRUTURA.....	71
4.2.3 – PROTECÇÃO ANTICORROSIVA E PROTECÇÃO AO FOGO.....	71
4.2.4 – TRANSPORTE	71
4.2.5 – MONTAGEM.....	72
4.2.6 – TIPO DE LIGAÇÕES	72
4.2.7 – CONTROLO DA QUALIDADE.....	72
4.3 – ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS ESTRUTURAS METÁLICAS.....	73
4.4 – JUSTIFICAÇÃO DO MODELO DE APRESENTAÇÃO	74
4.5 – JUSTIFICAÇÃO DO CONTEÚDO	77
4.5.1 – CONDIÇÕES GERAIS	77
4.5.2 – UNIDADES DE MEDIDA.....	78
4.5.3 – ÁREA 1 - IDENTIFICAÇÃO DA CLASSE DE TRABALHOS	79

4.5.4 – ÁREA 2 - INFORMAÇÃO PRELIMINAR E ELEMENTOS EXCLUÍDOS	80
4.5.5 – ÁREA 3 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO	80
4.5.6 – ÁREA 4 - CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	84
4.5.6.1 – Regras de Medição.....	84
4.5.6.2 – Definição dos Critérios.....	85
4.5.6.3 – Regras Complementares.....	86
4.5.6.4 – Informação Adicional.....	86
4.5.7 – ÁREA 5 – INDICAÇÕES NORMATIVAS.....	87
4.6 – APRESENTAÇÃO DO MODELO.....	88
4.7 – INTERPRETAÇÃO DA TABELA DO MODELO PROPOSTO	93
4.8 – DIFERENÇAS DO MODELO PROPOSTO EM RELAÇÃO AO CURSO SOBRE REGRAS DE MEDIÇÃO NA CONSTRUÇÃO	94
4.8.1 – DIFERENÇAS A NÍVEL DO MODELO DE APRESENTAÇÃO.....	94
4.8.2 – DIFERENÇAS A NÍVEL DO CONTEÚDO	94
CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	96
CONCLUSÃO	96
DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS	102
ANEXO A – TABELAS DO SMM7 PARA ESTRUTURAS METÁLICAS	A.1

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
QUADRO 1.1 – SMM <i>USE SURVEY</i> – PAÍSES DA UNIÃO EUROPEIA.....	11
QUADRO 1.2 – SMM <i>USE SURVEY</i> – ALGUNS PAÍSES FORA DA UNIÃO EUROPEIA	13
QUADRO 1.3 – CAPÍTULOS DO CSRMC	15
QUADRO 1.4 – DATAS DE PUBLICAÇÃO DAS EDIÇÕES DO SMM	17
QUADRO 1.5 – CAPÍTULOS DO SMM7.....	18
QUADRO 1.6 – TRABALHOS INCLUÍDOS NO CESMM3	26
QUADRO 1.7 – ESTRUTURAÇÃO DOS CAPÍTULOS DO PRONIC.....	33
QUADRO 2.1 – LISTAGEM DE CAPÍTULOS CSRMC/PRONIC	35
QUADRO 2.2 – CAPÍTULOS IDÊNTICOS CSRMC/PRONIC.....	36
QUADRO 2.3 – LISTAGEM DE CAPÍTULOS PRONIC/SMM7	37
QUADRO 2.4 – CAPÍTULOS IDÊNTICOS PRONIC/SMM7	38
QUADRO 2.5 – LISTAGEM DE CAPÍTULOS CSRMC/SMM7.....	39
QUADRO 2.6 – CAPÍTULOS IDÊNTICOS CSRMC/SMM7	40
QUADRO 3.1 – LISTA DAS PERGUNTAS SOBRE AS REGRAS DE MEDIÇÃO EM GERAL	63
QUADRO 3.2 – LISTA DAS PERGUNTAS SOBRE AS REGRAS DE MEDIÇÃO PARA ESTRUTURAS METÁLICAS.....	64
QUADRO 4.1 – UNIDADES DE MEDIDA	78
QUADRO 4.2 – ARREDONDAMENTOS PARCIAIS	78
QUADRO 4.3 – ARREDONDAMENTOS GLOBAIS	79
QUADRO 4.4 – 1.º TRABALHO GERAL - ESTRUTURAS	81
QUADRO 4.5 – 2.º TRABALHO GERAL - PAVIMENTOS	81
QUADRO 4.6 – 3.º TRABALHO GERAL - ESTRUTURA DE COBERTURA.....	82
QUADRO 4.7 – 4.º TRABALHO GERAL - ESCADAS	82
QUADRO 4.8 – 5.º TRABALHO GERAL - LIGAÇÕES	83
QUADRO 4.9 – 6.º E 7.º TRABALHOS GERAIS - PREPARAÇÃO E TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE.....	83
QUADRO 4.10 – PROPOSTA DO MODELO.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.1 – TABELA TIPO SMM 7	19
FIGURA 1.2 – ÁREA 1: SMM 7	19
FIGURA 1.3 – ÁREA 2: SMM 7	20
FIGURA 1.4 – ÁREA 3: SMM 7	20
FIGURA 1.5 – ÁREA 4: SMM 7	21
FIGURA 1.6 – DATAS DE REVISÕES DO CESMM 3.....	25
FIGURA 1.7 – TABELA TIPO CESMM 3.....	27
FIGURA 1.8 – ÁREA 1: CESMM 3	27
FIGURA 1.9 – ÁREA 2: CESMM 3	28
FIGURA 1.10 – ÁREA 3: CESMM 3	28
FIGURA 1.11 – ÁREA 4: CESMM 3	29
FIGURA 4.1 – TABELA TIPO DO MODELO PROPOSTO	74
FIGURA 4.2 – ÁREA 1: MODELO PROPOSTO	74
FIGURA 4.3 – ÁREA 2: MODELO PROPOSTO	75
FIGURA 4.4 – ÁREA 3: MODELO PROPOSTO	75
FIGURA 4.5 – ÁREA 4: MODELO PROPOSTO	76
FIGURA 4.6 – ÁREA 5: MODELO PROPOSTO	77

INTRODUÇÃO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A presente dissertação intitulada “Regras de medição na construção de edifícios. Proposta de modelo a aplicar em Portugal para estruturas metálicas” está inserida no curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

O desenvolvimento do conteúdo foi efectuado tendo por base o documento nacional “Curso Sobre Regras de Medição na Construção”[1] e o documento internacional “*Standard Method of Measurement 7th Edition*”[2], assim como as opiniões e sugestões de técnicos de empresas nacionais que foram consultadas no âmbito do presente trabalho.

Foram igualmente tidas em conta duas das dissertações já concluídas sobre regras de medição da autoria de alunos do Instituto Superior Técnico, intituladas “Regras de medição na construção de edifícios. Proposta de modelo para aplicação em Portugal para elementos secundários de cantaria, carpintaria e serralharia”[6] e “Escavações e movimentos de terras - Regras de medição na construção. Modelo aplicável em Portugal”[5].

Tentou-se também fazer uma ligação com a plataforma ProNIC - “Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção” que é um projecto de investigação cujo objectivo essencial é desenvolver um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos credíveis, suportados por uma ferramenta informática moderna, e que se pretende possam constituir um referencial para todo o sector da construção portuguesa [9].

JUSTIFICAÇÃO

No decorrer de um processo construtivo, num determinado projecto ou obra, estão envolvidas diversas entidades, tais como donos de obra, projectistas, empreiteiros e fiscalização, cada um com o seu ponto de vista e objectivos a alcançar.

A interacção entre estas entidades e os interesses de cada uma possibilitam a existência de divergências e conflitos no que diz respeito às regras a utilizar nas medições dos trabalhos a executar, quando estas não estão definidas no respectivo caderno de encargos, sendo por isso importante a existência de regras de medição objectivas e de fácil interpretação.

As medições constituem a determinação analítica das quantidades de trabalhos previstos num projecto ou obra, que por sua vez são organizadas em listas ou mapas de medições.

Os mapas de medições têm bastante importância pelo facto de ser a partir deles que se realizam os orçamentos para as obras, sendo o orçamento o resultado da aplicação dos preços unitários às medições incluídas nos respectivos mapas, levando a que o resultado final do orçamento esteja sujeito à correcta execução dessas medições.

Assumindo um papel importante na construção, as medições necessitam de se reger por regras específicas, de modo a evitar os conflitos descritos anteriormente, assim como erros que possam acarretar consequências financeiras para todas as entidades intervenientes na obra.

Existem no entanto algumas disposições legais a nível nacional relativas a empreitadas de obras públicas, como o caso do Código dos Contratos Públicos [7], onde são dadas indicações sobre os métodos a adoptar na realização das medições estabelecidas no contrato.

É possível também encontrar o formulário de caderno de encargos relativo a contratos de empreitadas de obras públicas, na cláusula 26.^a do anexo I [8], de carácter não obrigatório, que estabelece a ordem de prioridade a ter em conta na medição de trabalhos quando não são estabelecidos outros critérios no caderno de encargos, a qual se transcreve em baixo:

- “- As normas oficiais de medição que porventura se encontrem em vigor;
- As normas definidas no projecto de execução;
 - As normas definidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil;
 - Os critérios geralmente utilizados ou, na falta deles, os que forem acordados entre o dono da obra e o empreiteiro.” [8].

Assim sendo, é possível entender a necessidade da existência de um documento que sirva como linha de orientação para as regras de medição, de modo a evitar os problemas indicados anteriormente.

De modo a resolver os problemas indicados anteriormente deverão ser definidas regras que apresentem uma estrutura que se adequê às necessidades das pessoas responsáveis em obra, e que também uniformize os critérios utilizados, tentando efectuar uma ligação com outras aplicações em estudo na área da construção, como por exemplo o ProNIC.

OBJECTIVOS

A realização desta dissertação visa a elaboração de uma proposta de modelo de regras de medição aplicável em Portugal para estruturas metálicas na construção de edifícios, que possa satisfazer as necessidades demonstradas anteriormente.

Deste modo, os objectivos que se pretendem alcançar são os seguintes:

- Levantamento da informação relativa a legislação e bibliografia existente, a nível nacional e internacional, sobre as regras de medição em geral e particularmente para estruturas metálicas;
- Definição de um modelo de apresentação das regras de medição que permita uma interpretação fácil e sucinta;
- Classificação e codificação dos trabalhos e elementos descritos nos mapas de medição;
- Definição das unidades de medição, regras gerais e específicas aplicáveis aos diversos elementos de construção;
- Apresentação de exemplos descritivos e justificativos dos pontos anteriores.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização da dissertação e concretização dos objectivos mencionados anteriormente baseia-se nos seguintes pontos:

- **1.º - Pesquisa bibliográfica nacional e internacional**

A pesquisa bibliográfica inicia-se com a recolha de informação sobre as publicações existentes em Portugal sobre regras de medição e dos estudos que se encontram em progresso.

Seguidamente, com uma pesquisa a nível internacional, dando mais relevância a uma pesquisa em países da União Europeia, tenta-se saber que documentos ou normas sobre regras de medição são utilizados. Pretende-se assim compilar a informação necessária para desenvolver um modelo que esteja de acordo com a boa prática, e que tenha por base documentos com uma boa estrutura comprovada internacionalmente.

➤ **2.º - Análise da informação recolhida**

Concluída a pesquisa bibliográfica, é feita uma selecção dos documentos mais relevantes para a dissertação, realizando uma análise crítica comparativa entre cada documento seleccionado, de modo a verificar as suas diferenças e como se podem complementar entre si relativamente aos seguintes aspectos: âmbito de aplicação, estrutura, codificação e numeração dos elementos e/ou trabalhos e classificação dos elementos e/ou trabalhos. Nesta análise, apesar de também se fazer uma comparação geral da informação, o objectivo é discretizar a informação relativa a estruturas metálicas.

➤ **3.º - Consulta ao meio técnico**

Neste ponto é feita uma consulta ao meio técnico nacional, através de entrevistas, de modo a avaliar o conhecimento dos técnicos acerca da bibliografia consultada, e saber se a informação contida nesses documentos se adequa às suas necessidades.

De modo a elaborar um modelo adaptado às necessidades reais, são recolhidas e analisadas também informações e sugestões que se considerem úteis para a criação do mesmo.

➤ **4.º - Proposta do modelo**

Para iniciar a proposta do modelo, tendo já concluído o trabalho de pesquisa e análise bibliográfica sobre regras de medição e reunido a informação da consulta no meio técnico, identificam-se os factores que se consideram relevantes para a medição e custo das estruturas metálicas.

Apresentam-se posteriormente os elementos constituintes das estruturas metálicas que serão inseridos no modelo.

Através da reunião de toda essa informação apresenta-se a estrutura e conteúdo do modelo, justificando as opções tomadas e apontando a informação presente neste modelo que difere da informação presente no documento “Curso Sobre Regras de Medição na Construção”[1].

➤ **5.º - Conclusão e desenvolvimentos futuros**

No final, é feita uma análise de todo o trabalho realizado no decorrer da dissertação e avalia-se se os objectivos foram alcançados.

São igualmente dadas referências de trabalhos que possam ser realizados no futuro no âmbito do tema desta dissertação e das regras de medição em geral.

CAPÍTULO 1

ESTADO DA ARTE

1.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente capítulo apresenta o conhecimento obtido numa pesquisa nacional e internacional, mais concretamente na União Europeia, a nível bibliográfico no âmbito das regras de medição.

É apresentada inicialmente informação acerca dos objectivos e princípios base das medições.

Na caracterização dos documentos recolhidos na pesquisa bibliográfica é feita uma caracterização a nível geral da sua estrutura e disposição da informação.

No final é feita uma apresentação da aplicação/plataforma informática ProNIC.

1.2 – OBJECTIVOS E PRINCÍPIOS BASE DAS MEDIÇÕES

Todo o conteúdo presente neste subcapítulo foi adaptado do CSRMC [1].

1.2.1 – Objectivos

As medições na construção e as regras a elas associadas constituem o modo de definir e quantificar, de uma forma objectiva, os trabalhos previstos no projecto, ou executados em obra.

Constituem, assim, uma das actividades importantes do projecto, sendo também fundamental para as principais entidades envolvidas no processo construtivo, nomeadamente o dono de obra e o empreiteiro, desde o anúncio do concurso, base essencial para a apresentação e avaliação das propostas e elaboração de documentos contratuais, à elaboração de autos de medição e controlo da facturação, isto é, à gestão e controlo económico, desde as fases de planeamento à de execução.

Deste modo, as medições dos trabalhos previstos no projecto ou executadas em obra devem ser entendidas por cada uma das entidades envolvidas como realizadas com regras bem definidas, tendo em vista atingir os seguintes objectivos:

- Possibilitar, a todas as empresas que apresentam propostas a concurso, a determinação dos custos e a elaboração de orçamentos, com base nas mesmas informações de quantidades e nas condições especificadas para os trabalhos indicados no projecto;
- Elaborar listas de trabalhos, de acordo com sistemas de classificação que individualizem cada trabalho segundo grupos específicos que possibilitem, às várias entidades envolvidas no processo, análises comparativas de custos e avaliações económicas de diferentes soluções;
- Proporcionar às entidades adjudicantes a avaliação das propostas cujos preços foram formulados com idêntico critério, bem como permitir, de um modo facilitado, a quantificação das variações que se verificarem durante a construção, devidas a trabalhos a mais e a menos ou a erros e a omissões de projecto;
- Possibilitar aos diferentes agentes envolvidos no processo construtivo um acesso simplificado a informação eventualmente tipificada e informatizada relativa a trabalhos-tipo, permitindo assim a formulação de propostas para concursos com bases determinísticas sólidas, nomeadamente as relativas a custos de fabrico, directos, indirectos, de estaleiro e de subempreitadas;
- Proporcionar às empresas adjudicatárias uma sistematização de procedimentos relacionada com o controlo dos diversos trabalhos a executar, nomeadamente os devidos a rendimentos de recursos que proporcionam o cálculo das quantidades de materiais e a avaliação das quantidades de mão-de-obra, de equipamentos ou de outros recursos a utilizar na execução dos trabalhos;
- Facilitar o estabelecimento dos planos de inspecção e ensaios aplicados ao controlo da qualidade e da segurança na execução dos diferentes trabalhos;
- Facilitar a elaboração dos autos de medição e o pagamento das situações mensais, no prazo de execução da obra, e a elaboração da conta da empreitada quando da recepção provisória da obra;
- Estabelecer as bases para que as empresas realizem a análise e o controlo de custos dos trabalhos.

1.2.2 – Princípios Base

As medições podem ser elaboradas a partir do projecto ou da obra, sendo as regras de medição aplicáveis a ambos os casos.

No entanto, na medição sobre projecto, os medidores deverão ter conhecimento e experiência suficientes para poderem equacionar e procurar esclarecer, junto dos autores dos projectos, as faltas de informação que são indispensáveis à determinação das medições e ao cálculo dos custos dos trabalhos.

Apesar de cada obra possuir, em regra, particularidades que a diferenciam das restantes, podem ser definidos alguns princípios de base a ter em consideração na elaboração das medições, nomeadamente os seguintes:

- O estudo da documentação do projecto - peças desenhadas, caderno de encargos e cálculos - deve constituir a primeira actividade do medidor.
- As medições devem satisfazer as peças desenhadas do projecto e as condições técnicas gerais e especiais do caderno de encargos, pois podem existir erros e omissões que o medidor deve esclarecer com o autor do projecto.
- As medições devem ser realizadas de acordo com as regras de medição adoptadas e, na sua falta, o medidor deve adoptar critérios que conduzam a quantidades correctas. Estes critérios devem ser discriminados, de forma clara, nas medições do projecto.
- As medições devem ter em consideração as normas aplicáveis à construção, nomeadamente aos materiais, produtos e técnicas de execução.
- Dentro dos limites razoáveis das tolerâncias admissíveis para a execução das obras, as medições devem ser elaboradas de modo a que não sejam desprezados nenhum dos elementos constituintes dos edifícios.
- Durante o cálculo das medições devem ser realizadas as verificações das operações efectuadas e as confrontações entre somas de quantidades parcelares com quantidades globais. O grau de rigor a obter com estas verificações e confrontações depende, como é evidente, do custo unitário de cada trabalho.

- A lista de trabalhos deve ser individualizada e ordenada segundo os critérios seguintes:
 - Os trabalhos medidos devem corresponder às actividades que são exercidas por cada categoria profissional de operário;
 - As medições devem discriminar todos os trabalhos, principais e auxiliares, com uma definição clara de cada trabalho e indicarem as características mais importantes necessárias à sua execução. Sempre que possível, esta definição deve ser esclarecida com a referência às peças desenhadas e às condições técnicas ou de outras informações existentes noutras peças do projecto;
 - As medições devem ser decompostas por partes da obra que facilitem a determinação das quantidades de trabalho realizadas durante a progressão da construção bem como a comparação de custos com projectos similares.

1.3 – ESTADO DA ARTE EM PORTUGAL

Actualmente em Portugal o único documento existente sobre regras de medição que se considera relevante, sendo o mais utilizado como referência no meio técnico é o “Curso Sobre Regras de Medição na Construção” [1], com a excepção de concursos internacionais em que se utiliza regularmente o *Standard Method of Measurement of Building Works 7th Edition* [2]. Existem no entanto regras de medição elaboradas por empresas, quer promotoras, quer projectistas, quer construtoras, mas são específicas de alguns trabalhos de construção e portanto não se destinam à generalidade dos trabalhos de construção, não tendo sido concebidas segundo uma perspectiva de uniformização dos critérios de medição.

O primeiro documento a ser criado em Portugal sobre o assunto intitula-se “Regras de Medição – Documento de Trabalho”, com publicação de Março de 1969, baseado em regras Inglesas e Francesas em vigor na data, incluindo as regras de medição para os capítulos de Trabalhos Preparatórios, Terraplenagens, Obras de Betão, Armaduras, Moldes e Alvenarias. A criação deste documento teve como objectivo a uniformização dos critérios de medição, e foi elaborado no LNEC, contando com a participação de várias entidades nacionais ligadas à engenharia e construção civil. Este documento foi alvo de actualizações ao longo dos anos, acrescentando novos capítulos, ampliando assim a gama de trabalhos incluídos nas regras de medição.

Surge mais tarde, em 1997, a publicação “Curso Sobre Regras de Medição na Construção”[1], onde se encontram dispostas as regras de medição com o objectivo de quantificar os trabalhos das diversas partes da obra na construção de edifícios. Embora seja o documento mais utilizado na elaboração dos mapas de medições, não se trata de uma norma oficial, apenas um documento de aplicação facultativa, levando assim a que em certos tipos de trabalhos os critérios de medição adoptados pelo dono de obra e empreiteiro possam ser diferentes, originando uma multiplicidade de critérios.

Existe de momento uma aplicação informática em fase de teste/desenvolvimento designada ProNIC, que para além de outras funções, permite produzir articulados *standard* para cadernos de encargos de construção civil, disponibilizando fichas de trabalho, de materiais e de custos. Seria benéfica uma eventual articulação desta plataforma com um documento de regras de medição.

1.4 – ESTADO DA ARTE A NÍVEL INTERNACIONAL

A nível internacional a pesquisa efectuada centrou-se principalmente na União Europeia visto a uniformização e a elaboração de normas comuns aos países membros estar em crescimento e a ganhar importância actualmente.

Para realizar esta pesquisa foram feitos contactos com instituições responsáveis pela realização de documentos normativos na área da construção e engenharia civil. Nem todas as instituições contactadas se mostraram disponíveis para fornecer informações sobre o assunto ou informaram que não existe qualquer documento acerca de regras de medição no país, no entanto apresentam-se em seguida as instituições que facultaram algumas informações:

- *Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)* - Bélgica;
- *Deutsches Institut für Normung (DIN)* - Alemanha;
- *Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (ICCET)* - Espanha;
- *Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS)* – Reino Unido;
- *Comité Européen de Normalisation (CEN)* – Instituição da União Europeia.

Com esta consulta obteve-se o conhecimento de alguns documentos e regulamentos utilizados, apesar de na maior parte dos casos não existir legislação sobre as regras de medição.

A análise posterior destes documentos tem como objectivo adquirir noções das regras aplicadas nos países da União Europeia, tentando integrar os aspectos importantes convenientemente no modelo que irá ser apresentado.

É analisado também o documento *Standard Method of Measurement Use Survey* [11], elaborado pelo *Royal Institution of Chartered Surveyors*¹ (RICS), que é o resultado de um inquérito, realizado no ano 2003, a vários países acerca do uso de documentos sobre regras de medição. Este inquérito foi enviado por via electrónica a vários países do Mundo inteiro e o resultado obtido contém a resposta dos países dada até à data da publicação do relatório.

Apresenta-se no quadro 1.1 a informação presente no *SMM Use Survey* para os países da União Europeia.

Quadro 1.1 – SMM Use Survey – Países da União Europeia [11]

PAÍS	DOCUMENTOS	AUTORES
Alemanha	Desconhecido	-
Áustria	Desconhecido	-
Bélgica	NBN B 06-001	<i>Belgium Standards Institute</i>
Bulgária	Desconhecido	-
Chipre	Desconhecido	-
Dinamarca	Desconhecido	-
Eslováquia	Desconhecido	-
Eslovénia	Não mencionado no inquérito	-
Espanha	Desconhecido	-
Estónia	Não mencionado no inquérito	-
Finlândia	Não mencionado no inquérito	-
França	Desconhecido	-
Grécia	Desconhecido	-

¹ RICS – *Royal Institution of Chartered Surveyors* - Instituição fundada em 1868 no Reino Unido, recebeu um título real em 1881. Os seus membros são reconhecidos como medidores orçamentistas, que mantêm os mais altos níveis de integridade e competência nas especialidades de consultoria de orçamentos e de contrato e prospecção de mercado imobiliário [10].

Quadro 1.1 – SMM Use Survey – Países da União Europeia [11] (Continuação)

PAÍS	DOCUMENTOS	AUTORES
Holanda	RAW – <i>Rationalisation and automon groundwork, road building, civil structures</i>	Agências governamentais, organizações e institutos públicos e donos de obra
	Stabu – <i>Standard specifications for construction of commercial and public service buildings and housing</i>	Indústria da construção
Hungria	Desconhecido	-
Irlanda	ARM2 – <i>Agreed Rules of Measurement</i>	SCS – <i>Society of Chartered Surveyors</i>
	SMM6 and SMM7 – <i>Standard Method of Measurement 6th and 7th Edition</i>	RICS – <i>The Royal Institution of Chartered Surveyors</i>
	CESMM3 – <i>Civil Engineering Standard Method of Measurement 3rd Edition</i>	ICE – <i>Institute of Civil Engineers</i>
Itália	Não tem	-
Letónia	Não mencionado no inquérito	-
Lituânia	Não mencionado no inquérito	-
Luxemburgo	Desconhecido	-
Malta	Desconhecido	-
Polónia	Não tem	-
Portugal	Desconhecido	-
Reino Unido	<i>Principles of Measurement International - POMI</i>	RICS – <i>The Royal Institution of Chartered Surveyors</i>
	SMM6 and SMM7 – <i>Standard Method of Measurement 6th and 7th Edition</i>	
	CESMM3 – <i>Civil Engineering Standard Method of Measurement 3rd Edition</i>	ICE – <i>Institute of Civil Engineers</i>
República Checa	<i>Ceniky URS</i>	URS
Roménia	Não mencionado no inquérito	-
Suécia	Desconhecido	-

Analisando o quadro 1.1 é possível observar que muitos países não deram resposta ao inquérito e alguns não possuem qualquer documento relativo a regras de medição. Esta ausência de resposta foi igualmente notada nos contactos realizados a várias instituições internacionais no âmbito desta dissertação.

É necessário também referir que alguns dos países presentes no quadro não faziam parte da União Europeia na data de realização do inquérito e talvez por isso não tenha sido possível obter resposta.

No entanto existem dois países, Portugal e Alemanha, que no inquérito mencionado não deram resposta, mas que na pesquisa efectuada para esta dissertação se tomou conhecimento da existência dos documentos usados nestes países, sendo o “Curso Sobre Regras de Medição na Construção” no caso de Portugal e as normas DIN-VOB no caso da Alemanha.

Com carácter mais informativo apresenta-se no quadro 1.2 a informação presente no mesmo documento acerca de alguns países fora da União Europeia.

Quadro 1.2 – SMM Use Survey – Alguns países fora da União Europeia [11]

PAÍS	DOCUMENTOS	AUTORES
África do Sul	<i>Standard System of Measuring Building Work, 6th Edition</i>	<i>The Association of South African Quantity Surveyors</i>
Austrália	<i>Australian Standard Method of Measurement of Building Works, 5th Edition</i>	<i>The Australian Institute of Quantity Surveyors, Master Builders Australia Incorporated</i>
Canadá	<i>Method of Measurement of Construction Works, 7th Edition</i>	<i>Canadian Institute of Quantity Surveyors</i>
China	<i>Code of valuation with bill quantity of construction works</i>	<i>Ministry of Construction, China</i>
Nova Zelândia	<i>New Zealand Standard 4202</i>	<i>Standards Council</i>
Nigéria	<i>Standard Method of Measurement 2nd Edition</i>	<i>Nigerian Institute of Quantity Surveyors</i>

1.5 – CARACTERIZAÇÃO DA BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Após a pesquisa da bibliografia existente, seleccionaram-se os documentos considerados mais relevantes para a criação do modelo de regras de medição, tendo em conta o seu conteúdo e a sua facilidade de interpretação.

Apresenta-se em seguida uma caracterização dos seguintes documentos:

- CSRMC – Curso Sobre Regras de Medição na Construção [1];
- SMM7 – *Standard Method of Measurement of Building Works 7th Edition* [2];
- CESMM3 – *Civil Engineering Standard Method of Measurement 3rd Edition* [3].

Apresentam-se também algumas informações acerca de outros documentos consultados, como o SMM 7 – *Explained and Illustrated*, as normas alemãs DIN-VOB e a norma belga NBN B 06-001, mas que não foram considerados tão relevantes para a criação do modelo proposto.

1.5.1 – CURSO SOBRE REGRAS DE MEDIÇÃO NA CONSTRUÇÃO

1.5.1.1 – Considerações iniciais

O CSRMC, como referido anteriormente, contém regras de medição dispostas em vários capítulos de acordo com vários trabalhos de construção com o objectivo de quantificar os mesmos, estando direccionado para a construção de edifícios.

Actualmente é o documento mais utilizado no meio técnico nacional para a elaboração das medições, apesar de não se tratar de uma norma portuguesa ou norma definida pelo LNEC, mas sim de um documento de aplicação facultativa.

Têm sido realizados cursos sobre regras de medição na construção, com base no documento CSRMC, promovidos na sua quase totalidade pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, exteriorizando a importância deste tema e a necessidade de intervenção neste capítulo na construção.

1.5.1.2 – Disposição da informação

A informação presente neste documento está dividida em 26 capítulos, dispostos em texto corrido, com alguns exemplos ilustrativos e esquemas explicativos.

No entanto, apesar de conter um conjunto de regras de medição importantes, esta estrutura em texto corrido com várias notas de rodapé para justificação de critérios e descrição da informação pode apresentar algumas dificuldades de consulta e interpretação.

Os capítulos do CSRMC apresentam-se no quadro 1.3, na página seguinte.

Quadro 1.3 – Capítulos do CSRMC [1]

Capítulos presentes no Curso Sobre Regras de Medição na Construção	
0	Regras gerais
1	Estaleiro
2	Trabalhos preparatórios
3	Demolições
4	Movimento de terras
5	Pavimentos e drenagens exteriores
6	Fundações
7	Betão, cofragem e armaduras em elementos primários
8	Estruturas metálicas
9	Alvenarias
10	Cantarias
11	Carpintarias
12	Serralharias
13	Portas e janelas de plástico
14	Isolamentos e impermeabilizações
15	Revestimentos de paredes, pisos, tectos e escadas
16	Revestimentos de coberturas inclinadas
17	Vidros e espelhos
18	Pinturas
19	Acabamentos
20	Instalações de canalização
21	Instalações eléctricas
22	Ascensores e monta-cargas
23	Elementos de equipamento fixo e móvel de mercado
24	Instalações de aquecimento de água ou vapor
25	Instalações de ar condicionado

1.5.2 – STANDARD METHOD OF MEASUREMENT OF BUILDING WORKS 7th EDITION

1.5.2.1 – Considerações iniciais

A primeira edição do *Standard Method of Measurement of Building Works* foi publicada em 1922 no Reino Unido com o objectivo de responder à necessidade de uniformizar a quantificação dos trabalhos em obras de construção civil.

Por muitos anos, a *Surveyors' Institution* e a *Quantity Surveyors' Association*, foram as autoridades com competência para deliberarem sobre as regras de medição no Reino Unido. A frequência de pedidos de serviços a estas instituições chamou a atenção para a diversidade de critérios usados nas medições. Esta falta de uniformidade levou a bastantes reclamações por parte de vários empreiteiros, afirmando que o medidor-orçamentista ficava frequentemente na dúvida acerca do verdadeiro significado dos artigos presentes no mapa de medições que se pretendia orçamentar, podendo levar a orçamentos com valores errados.

Não existindo nenhum estatuto para medidores-orçamentistas com actividade no Reino Unido, até essa altura, qualquer pessoa se podia apresentar como medidor-orçamentista, não havendo garantia que realmente essa pessoa estaria habilitada para exercer essas funções. Com estes dados, ambas as instituições, estavam conscientes da necessidade de garantir uma maior precisão dos trabalhos e um método uniforme.

É então nomeado um comité em 1909, pela *Quantity Surveyors' Association*, com o objectivo de preparar e publicar panfletos, descrevendo o método de medição recomendado pela instituição para três negócios. A *Surveyors' Institution* emitiu também circulares para os seus membros, dando uma opinião autoritária acerca do método correcto de medição em casos em que se tinham verificado discórdias. Tornou-se assim evidente a possibilidade de uma cooperação entre as duas instituições, sendo criado em Junho de 1912 um comité conjunto com a tarefa de produzir um conjunto de regras padrão de medição de trabalhos de construção.

Em 1918, foram integrados neste comité representantes da área da construção, nomeados pela *National Federation of Building Trades Employers* e pelo *Institute of Builders*. O comité conjunto contou nas suas decisões, com a informação de entrevistas a representantes de diversas áreas da construção e engenharia civil.

Surge então em 1922 a primeira publicação do *Standard Method of Measurement of Building Works*.

Após a sua primeira publicação, ainda foram necessários alguns anos até que este documento fosse difundido pelo meio técnico, e à medida que ia sendo reconhecido foram surgindo novas edições, de forma a colmatar algumas lacunas de versões anteriores e também simplificar o trabalho do meio técnico, sem prejudicar a sua uniformidade e objectividade.

Em Dezembro de 1971, um grupo de trabalho, requisitado pela *Royal Institution of Chartered Surveyors* e a *National Federation of Building Trades Employers*, publica um relatório onde se conclui que seriam necessárias mudanças no documento. Como resultado destas acções surge em Março de 1979 a sexta edição do *Standard Method of Measurement of Building Works*.

Com a publicação da sétima edição no dia 1 de Julho de 1988, o objectivo traçado pelo grupo de trabalho terá sido alcançado. A última revisão desta edição foi publicada em 1998.

Quadro 1.4 – Datas de publicação das edições do SMM

Datas de publicação das edições do <i>Standard Method of Measurement of Building Works</i>	
1922	SMM 1ª Edição
1927	SMM 2ª Edição
1935	SMM 3ª Edição
1948	SMM 4ª Edição
1963	SMM 5ª Edição
1979	SMM 6ª Edição
1988	SMM 7ª Edição

1.5.2.2 – Disposição da informação

O SMM7, tal como as anteriores edições, está direccionado para a construção de edifícios e a sua informação está dividida em 23 capítulos, de acordo com as classes de trabalhos a realizar na execução de um edifício, existindo também uma secção para trabalhos de conservação e reabilitação em edifícios existentes que contém as regras mais comuns neste tipo de trabalhos.

A principal diferença em relação às edições anteriores é a forma como a informação está disposta, ou seja, nesta 7ª edição as regras são apresentadas em tabelas em vez de texto corrido, tornando a sua interpretação e uso mais simples e sistemático.

Apresentam-se no quadro 1.5, os capítulos presentes na sétima edição do *Standard Method of Measurement of Building Works*.

Quadro 1.5 – Capítulos SMM7 [2]

Capítulos presentes no <i>Standard Method of Measurement of Building Works 7th Edition</i>		
A	<i>Preliminaries/General Conditions</i>	Condições gerais
B	<i>Complete Buildings</i>	Edifícios existentes
C	<i>Demolition/Alteration/Renovation</i>	Demolições/Alterações/Renovações
D	<i>Groundwork</i>	Movimentos de terras
E	<i>In situ concrete/Large precast concrete</i>	Betão In situ/Betão pré-fabricado
F	<i>Masonry</i>	Alvenaria
G	<i>Structural/Carcassing metal/timber</i>	Estruturas metálicas/madeira
H	<i>Cladding/Covering</i>	Coberturas
J	<i>Waterproofing</i>	Impermeabilizações
K	<i>Linings/Sheathing/Dry partitioning</i>	Revestimentos/Painéis/Divisórias
L	<i>Windows/Doors/Stairs</i>	Janelas/Portas/Escadas
M	<i>Surface finishes</i>	Acabamentos
N	<i>Furniture/Equipment</i>	Mobiliário/Equipamento fixo
P	<i>Building fabric sundries</i>	Elementos diversos
Q	<i>Paving/Planting/Fencing/Site furniture</i>	Pavimentos/Plantações/Vedações/ Mobiliário urbano
R	<i>Disposal systems</i>	Redes residuais e pluviais
S	<i>Piped supply systems</i>	Sistemas de abastecimento canalizado
T	<i>Mechanical heating/cooling/refrigeration systems</i>	Sistemas de aquecimento/refrigeração
U	<i>Ventilation/Air conditioning systems</i>	Sistemas de ventilação/ar condicionado
V	<i>Electrical supply/power/lighting systems</i>	Instalações eléctricas/energia/iluminação
W	<i>Communications/security/control systems</i>	Sistemas de comunicação/segurança/controlo
X	<i>Transport systems</i>	Sistemas de transporte
Y	<i>Mechanical and electrical services</i>	Componentes de sistemas mecânicos e eléctricos

Como referido anteriormente, a informação no SMM7 é apresentada através de tabelas, sendo que estas se podem dividir em 4 áreas distintas: 1 – classificação dos trabalhos; 2 – informação a ser fornecida; 3 – tabela de classificação; 4 – critérios de medição.

Na figura 1.1 apresenta-se uma tabela tipo do SMM7, com as respectivas áreas identificadas. A tabela referente a estruturas metálicas pode ser consultada no anexo A.

G10 G11 G12					1					
INFORMATION PROVIDED					2	MEASUREMENT RULES	DEFINITION RULES	COVERAGE RULES	SUPPLEMENTARY INFORMATION	
P1						M1	D1	C1	S1	4
CLASSIFICATION TABLE					3					
1	5	9	13	17	M2	D2	C2	S2		
	6									
2	7	10	14	18	M3	D3	C3	S3		
3	8	11	15	19		D4			C4	
4		12	16		M4	D5				

Figura 1.1 – Tabela Tipo SMM7

Área 1 – Esta área corresponde à classificação dos trabalhos, onde está presente uma letra maiúscula, neste exemplo G, que tem como objectivo identificar o capítulo respectivo, e também um número que representa um material ou uma acção referente ao tipo de trabalho.

G10 G11 G12	1
-------------------	----------

Figura 1.2 – Área 1: SMM7

Área 2 – Esta área está localizada por baixo da classificação dos trabalhos e representa as regras relativas a informação preliminar, designadas pela letra maiúscula, P, numerada consoante o número de regras existente, ou seja, P1, P2, e assim sucessivamente. Nesta coluna está definida a informação a ser fornecida no início de cada secção de trabalhos, ou seja, desenhos, figuras, especificações e relatórios que devem acompanhar o mapa de quantidades, de modo a permitir uma correcta localização e definição global do trabalho.

INFORMATION PROVIDED	2
P1	

Figura 1.3 – Área 2: SMM7

Área 3 – Esta área designa-se como tabela de classificação, contendo cinco colunas que correspondem a subdivisões dos trabalhos definidos na classificação dos trabalhos.

- 1ª Coluna – trabalhos/elementos gerais;
- 2ª Coluna – subdivisão dos trabalhos/elementos gerais;
- 3ª Coluna – subdivisão dos elementos da 2ª coluna;
- 4ª Coluna – definição das unidades de medida;
- 5ª Coluna – detalhes específicos em caso de necessidade.

CLASSIFICATION TABLE					3
1	5	9	13	17	
	6				
2	7	10	14	18	
3	8	11	15	19	
4		12	16		

Figura 1.4 – Área 3: SMM7

Área 4 – Esta área apresenta os critérios de medição e está localizada à direita da informação preliminar e da tabela de classificação. Os critérios de medição apresentam-se em quatro colunas:

- *Measurement Rules* – Regras de Medição (**M**);
- *Definition Rules* – Regras de Definição (**D**);
- *Coverage Rules* – Regras Complementares (**C**);
- *Supplementary Information* – Informação Suplementar (**S**).

MEASUREMENT RULES	DEFINITION RULES	COVERAGE RULES	SUPPLEMENTARY INFORMATION
M1	D1	C1	S1 4
M2	D2	C2	S2
M3	D3	C3	S3
	D4	C4	
M4	D5		

Figura 1.5 – Área 4: SMM7

De modo a estabelecer uma correspondência entre os trabalhos ou materiais com as respectivas regras de medição, a estrutura desta área está ligada à área da tabela de classificação.

Os critérios de medição são igualmente numerados para facilitar e uniformizar a numeração dos vários artigos do mapa de medições. A numeração apresenta-se com uma letra, correspondente ao tipo de critério, e com um número que indica a sua posição na coluna, por exemplo, D2, que diz respeito à definição de uma regra de medição na segunda linha da respectiva coluna.

A utilização das regras deve ser feita de acordo com a disposição das colunas e das linhas, ou seja, as regras na tabela são lidas da esquerda para a direita, em que as linhas horizontais definem a relação entre os itens e as subclassificações e regras específicas, como se demonstra em seguida, tendo em conta a numeração das células na figura 1.1:

- As regras P1,M1,D1,C1 e S1 aplicam-se a todos os trabalhos e materiais na tabela, visto estarem localizadas acima da linha da tabela classificativa;
- Os trabalhos da célula 1 da primeira coluna da tabela classificativa são subclassificados nas células 5 e 6 da segunda coluna, que por sua vez podem ser subclassificados na célula 9 da terceira coluna. As suas unidades estão definidas na célula 13 da quarta coluna e os elementos suplementares, em caso de existência, apresentam-se na célula 17 da quinta coluna. Os critérios de medição associados a estas células estão definidos nas células M2,D2,C2 e S2;
- Os trabalhos da célula 2 da primeira coluna da tabela classificativa são subclassificados na célula 7 da segunda coluna, que por sua vez podem ser subclassificados na célula 10 da terceira coluna. As suas unidades estão definidas na célula 14 da quarta coluna e os elementos suplementares, em caso de existência, apresentam-se na célula 18 da quinta coluna. Os critérios de medição associados a estas células estão definidos nas células M3,D3,C3 e S3;
- Os trabalhos da célula 3 da primeira coluna da tabela classificativa são subclassificados na célula 8 da segunda coluna, que por sua vez podem ser subclassificados na célula 11 da terceira coluna. As suas unidades estão definidas na célula 15 da quarta coluna e os elementos suplementares, em caso de existência, apresentam-se na célula 19 da quinta coluna. Os critérios de medição associados a estas células estão definidos nas células M3, D4, C4 e S3;

Exemplo da referência para trabalhos de estruturas metálicas:

G10: 1. 2. 0. 1 – Estrutura de aço; Vigas; Tipo alveolar.

A identificação é feita com a definição da secção de trabalho, seguida dos números das colunas da tabela de classificação. O número zero indica que na coluna respectiva não existem elementos. A coluna das unidades de medida não é numerada.

1.5.2.3 – *Standard Method of Measurement 7 – Explained and Illustrated* [12]

Apresenta-se em seguida uma breve descrição do documento SMM7 – *Explained and Illustrated*, publicado em Outubro de 2003, que tem como objectivo clarificar algumas dúvidas que possam existir em determinadas rubricas ou itens, servindo assim de guia prático para o SMM7.

Este documento utiliza uma estrutura que segue os capítulos do SMM7, de modo a identificar-se com o mesmo, mas foca apenas os trabalhos que necessitam de maior pormenorização e situações de difícil compreensão, acrescentando ou reformulando a informação em causa. Estas descrições apresentam-se através de notas e comentários.

Em suma, este documento pretende proporcionar um acompanhamento simplificado do SMM7, uma fácil interpretação de como as medições devem ser efectuadas, assim como apresentar diagramas simples que ajudam a resolver problemas, clarificar queixas desnecessárias num projecto de construção e ajudar na formação de medidores-orçamentistas qualificados.

1.5.3 – *CIVIL ENGINEERING STANDARD METHOD OF MEASUREMENT 3rd EDITION*

1.5.3.1 – Considerações iniciais

A primeira edição do *Civil Engineering Standard Method of Measurement* surgiu como resultado de vários estudos efectuados pela *Institution of Civil Engineers*² (ICE), mais directamente o *Standard Method of Measurement of Civil Engineering Quantities*, publicado em 1953, tendo como objectivo corrigir as lacunas existentes na preparação de mapas de medição, servindo também de guia para o modo como as medições devem ser efectuadas na realização dos mesmos.

Em 1964, é nomeado um comité pela ICE, para propor uma revisão do *Standard Method of Measurement of Civil Engineering Quantities*.

² *Institution of Civil Engineers* (ICE) – Instituição dos Engenheiros Civis, associação profissional independente fundada em Londres no ano 1818.

O comité nomeado pela ICE é alargado em 1972, com representantes da *Institution of Civil Engineers*, da *Association of Consulting Engineers* e da *Federation of Engineering Contractors*, com a orientação de Martin Barnes.

Até 1976, são desenvolvidas várias acções de modo a alcançar o objectivo proposto, terminando com a publicação do *Civil Engineering Standard Method of Measurement* (CESMM) nesse ano.

As principais diferenças entre o *Civil Engineering Standard Method of Measurement* e o anterior *Standard Method of Measurement of Civil Engineering Quantities* são:

- Maior uniformização no formato e conteúdo do mapa de medições;
- Estrutura sistemática do mapa de artigos, levando a uma listagem e descrições mais uniformes;
- Revisão da subdivisão dos trabalhos nos artigos, de modo a fornecer uma descrição do valor do trabalho mais sensível e equilibrada;
- Consideração das novas técnicas nas construções de engenharia civil, na gestão do trabalho em si e na administração dos contractos.

Em 1883, inicia-se a preparação da segunda edição do *Civil Engineering Standard Method of Measurement*, com o contributo de várias organizações através de sugestões e comentários para a alteração do documento, e também com a revisão dos esboços e conselhos práticos. Martin Barnes, a pessoa responsável na criação da primeira edição do CESMM, acompanha e participa também nesta revisão para publicação da segunda edição do documento.

É assim publicada em 1985 a segunda edição do *Civil Engineering Standard Method of Measurement*, que apresenta uma revisão geral do conteúdo da primeira edição, cujos objectivos são considerar os desenvolvimentos na tecnologia da construção em engenharia civil, e a importância de diferentes custos nos trabalhos que ocorreram após a publicação da primeira edição, assim como a alteração da redacção de algumas cláusulas cuja experiência mostrou não estarem a funcionar da maneira prevista.

As modificações presentes no CESMM2 são a categorização e actualização das anteriores notas na classificação de trabalhos, de modo a tornar a sua utilização mais simples, ou seja, as notas passam a ser designadas de regras, definindo a forma como o trabalho deve ser descrito e medido em mapas de quantidades, e foram também divididas em quatro categorias, indicando as quatro diferentes funções que desempenham.

Devido à necessidade de revisão dos conteúdos do CESMM2, surge em 1991, a publicação da terceira edição do *Civil Engineering Standard Method of Measurement*.

A 3ª edição introduz novas regras de medição em novos campos de trabalho, que não estavam presentes nas edições anteriores.

Após a sua publicação em 1991, a 3ª edição do *Civil Engineering Standard Method of Measurement* sofreu revisões nos anos 1992, 1995 e 2000.

Foram realizadas novas impressões nos anos 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007 mas sem alteração do conteúdo.

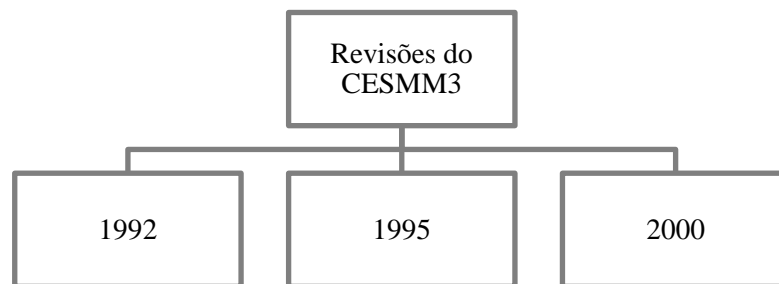


Figura 1.6 – Datas de revisões do CESMM3

1.5.3.2 – Disposição da informação

A informação contida no CESMM3 é apresentada em forma de tabelas, tal como no SMM7, sendo que a principal diferença entre os dois documentos é a forma como a informação está disposta e é consultada, variando assim o conteúdo das tabelas. A classificação dos trabalhos encontra-se dividida em 26 classes distintas, que englobam os trabalhos mais comuns na construção.

Apresentam-se no quadro 1.6, os trabalhos incluídos na terceira edição do *Civil Engineering Standard Method of Measurement*.

Quadro 1.6 – Trabalhos incluídos no CESMM3 [3]

Trabalhos incluídos no <i>Civil Engineering Standard Method of Measurement 3rd Edition</i>		
Class A	<i>General items</i>	Itens gerais
Class B	<i>Ground investigation</i>	Investigação do solo
Class C	<i>Geotechnical and other specialist processes</i>	Geotecnia
Class D	<i>Demolition and site clearance</i>	Demolições e limpeza do terreno
Class E	<i>Earthworks</i>	Movimento de terras
Class F	<i>In situ concrete</i>	Betão In situ
Class G	<i>Concrete ancillaries</i>	Acessórios para betão
Class H	<i>Precast concrete</i>	Betão pré-fabricado
Class I	<i>Pipework – pipes</i>	Tubagens – tubos
Class J	<i>Pipework – fittings and valves</i>	Tubagens – equipamentos e válvulas
Class K	<i>Pipework – manholes and pipework ancillaries</i>	Tubagens – câmara de inspeção e trabalhos auxiliares
Class L	<i>Pipework – supports and protection, ancillaries to laying and excavation</i>	Tubagens – suportes e protecções auxiliares de escavação
Class M	<i>Structural metalwork</i>	Estruturas metálicas
Class N	<i>Miscellaneous metalwork</i>	Serralharia
Class O	<i>Timber</i>	Madeira
Class R	<i>Roads and paving</i>	Estradas e pavimentos
Class S	<i>Rail track</i>	Caminhos de ferro
Class T	<i>Tunnels</i>	Túneis
Class U	<i>Brickwork, blockwork and masonry</i>	Alvenarias
Class V	<i>Painting</i>	Pinturas
Class W	<i>Waterproofing</i>	Impermeabilizações
Class X	<i>Miscellaneous work</i>	Trabalhos diversos
Class Y	<i>Sewer and water main renovation and ancillary works</i>	Saneamento, tratamento de águas e trabalhos auxiliares
Class Z	<i>Simple building works incidental to civil engineering works</i>	Trabalhos simples em edifícios

As tabelas do CESMM3 podem ser divididas em 4 áreas distintas: 1 – classificação dos trabalhos; 2 – trabalhos incluídos e excluídos; 3 – tabela de classificação; 4 – critérios de medição.

Na figura 1.7 apresenta-se uma tabela tipo do CESMM3, com as respectivas áreas identificadas.

CLASS M:						
INCLUDES			MEASUREMENT RULES	DEFINITION RULES	COVERAGE RULES	ADDITIONAL DESCRIPTION RULES
EXCLUDES						
FIRST DIVISION	SECOND DIVISION	THIRD DIVISION				
1	1 2 3	1 2 3	M2 M3 M4		C2	A2 A3 A4
2	1 2 3	4	M5 M6 M7			A5 A6
3 4	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4				
5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7		D3	C3 C4	A7 A8

Figura 1.7 – Tabela Tipo CESMM3

Área 1 – Esta área está presente no canto superior esquerdo, e identifica a classe de trabalhos a que a tabela diz respeito, através de uma letra maiúscula, neste exemplo “Class M”, para estruturas metálicas.

CLASS M:

Figura 1.8 – Área 1: CESMM3

Área 2 – Esta área localiza-se por baixo da área 1, indicando os trabalhos incluídos e excluídos na classe de trabalhos a que a tabela corresponde. O principal objectivo desta área é facilitar a identificação do que é abordado na tabela, e ao apresentar os elementos que não estão abrangidos, apontar o capítulo onde estes se inserem.

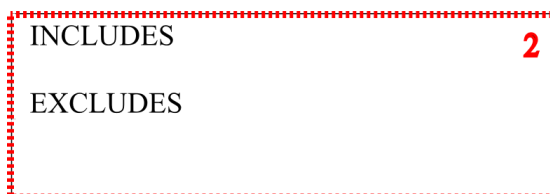


Figura 1.9 – Área 2: CESMM3

Área 3 – A tabela de classificação está localizada do lado esquerdo por baixo dos trabalhos incluídos e excluídos, e é constituída por três colunas, sendo que cada uma classifica um trabalho com sucessivo nível de detalhe. A informação deve ser lida da esquerda para a direita e de cima para baixo. A numeração da tabela é feita de acordo com o mapa de medições, de modo a uniformizar e facilitar a referência entre ambos os documentos.

Apresenta-se na figura 1.10, o exemplo desta área da tabela.

FIRST DIVISION	SECOND DIVISION	THIRD DIVISION
1	1	1
	2	2
	3	3
2	1	4
	2	
	3	
3 4	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	
	6	
	7	
	8	
5 6	1	
	2	
7	3	1
	4	2
	5	3
	6	4
	7	5
		6
		7

Figura 1.10 – Área 3: CESMM3

Área 4 – Esta área, correspondente aos critérios de medição, está localizada à direita dos trabalhos incluídos e excluídos e da tabela de classificação, fazendo a correspondência entre os trabalhos e as respectivas regras de medição.

Os critérios de medição apresentam-se em quatro colunas:

- Measurement Rules (M) – Regras de Medição – nesta coluna são definidas as condições e o método a seguir na medição dos trabalhos;
- Definition Rules (D) – Regras de Definição – nesta coluna são definidos a extensão e os limites a que a classe de trabalhos está sujeita;
- Coverage Rules (C) – Regras Complementares – esta coluna possibilita a inclusão dos trabalhos em rubricas próprias;
- Additional Description Rules (A) – Descrição Adicional – nesta coluna são apresentadas informações adicionais não descritas nas anteriores colunas.

De modo a facilitar a sua referência, todos os critérios de medição encontram-se numerados. Esta numeração é efectuada através de uma letra maiúscula, que representa o tipo de regra e um número que representa a sua posição na coluna, como se pode verificar na figura 1.11.

MEASUREMENT RULES	DEFINITION RULES	COVERAGE RULES	ADDITIONAL DESCRIPTION RULES
M1	D1 D2	C1	A1
			4
M2 M3 M4 M5 M6 M7		C2	A2 A3 A4 A5 A6
	D3	C3 C4	A7 A8

Figura 1.11 – Área 4: CESMM3

1.5.4 – NORMAS DE PAÍSES EUROPEUS

A bibliografia apresentada em seguida não será estudada para o modelo de regras de medição, mas contribui para conhecimento de algumas normas utilizadas noutros países, como o caso da Alemanha e da Bélgica.

1.5.4.1 – Normas Alemãs DIN³ - VOB⁴ [13]

A entidade DIN é responsável pelo desenvolvimento e homologação de normas aplicadas na Alemanha. As normas DIN abrangem todos os campos tecnológicos, sendo a norma VOB o conjunto de normas DIN direccionadas para a engenharia civil e engloba todas as suas áreas como a construção civil, o planeamento urbano, edificações e materiais de construção.

O VOB é constituído pelas seguintes normas:

- Parte A – Norma DIN 1960 – Regras para adjudicação de obras;
- Parte B – Norma DIN 1961 – Termos e condições para execução de obras;
- Parte C – 61 Normas entre a Norma DIN 18299 e a norma DIN 18451 – Especificações técnicas nos contratos de construção, onde estão incluídas as regras de medição.

Como é possível observar, as partes A e B são compostas apenas por uma norma DIN, enquanto a parte C engloba um conjunto de 61 normas DIN entre a 18299 e a 18451.

Cada uma das normas constituintes da parte C representa uma classe de trabalhos, estando ordenadas pela seguinte forma:

- Elementos e descrições necessárias para o esboço da especificação dos trabalhos;
- Âmbito de aplicação;
- Materiais e seus componentes;
- Execução dos trabalhos;

³ DIN – Deutsches Institut für Normung – Instituto Alemão para a Normalização.

⁴ VOB – Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen – Procedimento Para a Contratação na Construção.

- Tarefas associadas à execução dos trabalhos e tarefas especiais;
- Liquidação.

A disposição da informação nas normas DIN é feita em texto corrido.

1.5.4.2 – Norma Belga NBN B 06-001 [14]

A norma NBN B 06-001, publicada pelo *Belgium Standards Institute*, apresenta a sua informação disposta em capítulos e parágrafos em texto corrido, estando direccionada para a construção de edifícios.

Este documento apresenta também exemplos ilustrativos à medida que as regras são descritas, de modo a complementar os conceitos em causa.

1.6 – ProNIC

1.6.1 – Considerações iniciais

O ProNIC, “Protocolo para a Normalização da Informação Técnica na Construção”, refere-se a um projecto de investigação cujo objectivo essencial é desenvolver um conjunto sistematizado e integrado de conteúdos técnicos credíveis, suportados por uma ferramenta informática moderna, pretendendo-se assim constituir um referencial para todo o sector da construção em Portugal. O projecto foi aprovado em Dezembro de 2005, no âmbito do Programa Operacional Sociedade do Conhecimento (POSC) e teve como entidades promotoras a DGEMN (Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais), o INH (Instituto Nacional da Habitação) e a EP (Estradas de Portugal) [9]. Recentemente, com a extinção da DGEMN e do INH, a responsabilidade da gestão do projecto passou a ser assumida pelo IHRU (Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana) e pela EP [9].

O desenvolvimento do trabalho técnico do ProNIC é assegurado por um consórcio, criado para o efeito, no qual participam o Instituto da Construção (IC-FEUP), o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto (INESC Porto) [9].

Apesar do ProNIC ser uma aplicação informática com o objectivo de executar as funções apresentadas em cima, que serão descritas no ponto seguinte, e não ser uma aplicação apenas direccionada para as regras de medição, foi considerado de elevado interesse visto a construção de edifícios ser uma das áreas contempladas no seu âmbito, e apresentar uma estrutura relacionada com o CSRMC. Foi tido em conta igualmente por conter articulados detalhados para a elaboração de mapas de trabalhos e quantidades.

1.6.2 – Disposição da informação

A ferramenta ProNIC é constituída por uma base de dados de conhecimento sobre os trabalhos de construção e por um conjunto de aplicações informáticas, que permitem a gestão e articulação dos conteúdos, e a sua utilização pelos diferentes agentes do processo construtivo [9].

A base de dados inclui a informação técnica que permite gerar:

- Articulados detalhados e exaustivos para criação de Mapas de Trabalhos e Quantidades;
- Fichas de Execução de Trabalhos;
- Fichas de Materiais.

No que se refere ao âmbito abrangido pelo ProNIC, o trabalho desenvolvido contempla duas grandes áreas da construção: Edifícios em Geral (Trabalhos de Construção em Geral e Técnicas de Reabilitação) e Infra-Estruturas Rodoviárias.

Visto as regras de medição no âmbito desta dissertação serem referentes à construção de edifícios, as áreas de reabilitação e infra-estruturas rodoviárias do ProNIC não serão consideradas.

O modelo de desagregação adoptado nos trabalhos de construção em geral segue, no fundamental, os critérios habituais que têm por base as regras de medição do LNEC, isto é, uma divisão da obra em capítulos correspondentes às diferentes artes ou especialidades, tendo-se introduzido algumas modificações ao modelo normalmente utilizado, de forma a traduzir a evolução dos processos, metodologias, tecnologias de construção e perspectivas normativas europeias [9].

Sendo o Mapa de Trabalhos um elemento importante para a limitação de indefinições nas fases de lançamento e execução das obras, a sua produção deve ser uma tarefa eminentemente técnica e da responsabilidade do projectista [9].

O processo de criação dos articulados na ferramenta ProNIC, integrando esta preocupação, constitui uma ajuda para a completa e correcta definição do tipo e natureza dos trabalhos, através da disponibilização, em cada situação e de uma forma sistematizada, das diferentes opções, de textos de auxílio à tomada de decisões e da compatibilização das escolhas com a normalização em vigor [9].

Apresenta-se na página seguinte, o quadro 1.7 com os capítulos presentes no ProNIC relativos aos trabalhos de construção em edifícios.

Quadro 1.7 – Estruturação dos capítulos do ProNIC [9]

Estruturação dos capítulos do ProNIC	
1	Estaleiro
2	Trabalhos preparatórios
3	Demolições
4	Movimento de terras
5	Arranjos exteriores
6	Fundações e obras de contenção
7	Estruturas de betão armado e pré-esforçado
8	Estruturas metálicas
9	Estruturas de madeira
10	Estruturas de alvenaria e cantaria
11	Estruturas mistas
12	Paredes
13	Elementos de cantaria
14	Elementos de carpintaria
15	Elementos de serralharia
16	Elementos de materiais plásticos
17	Isolamentos e impermeabilizações
18	Revestimentos e acabamentos
19	Vidros e preenchimentos
20	Pinturas e envernizamentos
21	Instalações e equipamentos de águas
22	Instalações e equipamentos mecânicos
23	Instalações e equipamentos eléctricos
24	Ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes Rolantes
25	Equipamento fixo e móvel
26	Diversos

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DA INFORMAÇÃO RECOLHIDA

2.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com os trabalhos de pesquisa concluídos, é feita uma análise pormenorizada da informação dos documentos/aplicação informática que se consideraram ter mais relevância, tendo em conta alguns factores como o âmbito e a disposição da informação.

Assim, a análise será feita aos seguintes documentos/aplicação informática:

- Curso Sobre Regras de Medição na Construção;
- ProNIC;
- *Standard Method of Measurement 7th Edition.*

O CESMM3 não é mencionado visto o seu âmbito ser a construção civil em geral, e o âmbito da dissertação ser apenas a construção de edifícios. No entanto, em estudos futuros poderá ser um documento útil.

É realizada inicialmente uma análise comparativa do conteúdo geral, passando-se em seguida para uma discretização e comparação da informação específica sobre estruturas metálicas contida em cada caso. No final, é feita uma análise conclusiva da informação analisada.

2.2 – ANÁLISE DOS MODELOS DE APRESENTAÇÃO E CONTEÚDO GERAL

Nesta análise dos modelos de apresentação e conteúdo geral pretende-se identificar as características comuns e distintas de cada documento/aplicação, assim como a organização e diferenças dos seus capítulos.

É realizada uma análise comparativa entre a documentação da seguinte forma: CSRMC/ProNIC; ProNIC/SMM7 e CSRMC/SMM7.

2.2.1 – Comparação CSRMC/ProNIC

Para avaliar a organização dos capítulos e identificar as diferenças entre si apresenta-se o quadro 2.1 em seguida.

Quadro 2.1 – Listagem de capítulos CSRMC/ProNIC

CSRMC	ProNIC
0 – Regras gerais	1 – Estaleiro
1 – Estaleiro	2 – Trabalhos preparatórios
2 – Trabalhos preparatórios	3 – Demolições
3 – Demolições	4 – Movimento de terras
4 – Movimento de terras	5 – Arranjos exteriores
5 – Pavimentos e drenagens exteriores	6 – Fundações e obras de contenção
6 – Fundações	7 – Estruturas de betão armado e pré-esforçado
7 – Betão, cofragem e armaduras em elementos primários	8 – Estruturas metálicas
8 – Estruturas metálicas	9 – Estruturas de madeira
9 – Alvenarias	10 – Estruturas de alvenaria e cantaria
10 – Cantarias	11 – Estruturas mistas
11 – Carpintarias	12 – Paredes
12 – Serralharias	13 – Elementos de cantaria
13 – Portas e janelas de plástico	14 – Elementos de carpintaria
14 – Isolamentos e impermeabilizações	15 – Elementos de serralharia
15 – Revestimentos de paredes, pisos, tectos e escadas	16 – Elementos de materiais plásticos
16 – Revestimentos de coberturas inclinadas	17 – Isolamentos e impermeabilizações
17 – Vidros e espelhos	18 – Revestimentos e acabamentos
18 – Pinturas	19 – Vidros e preenchimentos
19 – Acabamentos	20 – Pinturas e envernizamentos
20 – Instalações de canalização	21 – Instalações e equipamentos de águas
21 – Instalações eléctricas	22 – Instalações e equipamentos mecânicos
22 – Ascensores e monta-cargas	23 – Instalações e equipamentos eléctricos
23 – Elementos de equipamento fixo e móvel de mercado	24 – Ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes
24 – Instalações de aquecimento de água ou vapor	25 – Equipamento fixo e móvel
25 – Instalações de ar condicionado	26 – Diversos

Analisando o quadro 2.1 na página anterior, é possível verificar que a organização dos capítulos, tanto no CSRMC, como no ProNIC, segue de uma forma geral os trabalhos encontrados na construção de um edifício e possuem o mesmo número de capítulos, embora a numeração se encontre desencontrada, visto no CSRMC se iniciar no número 0. Analisando os títulos dos capítulos verificam-se algumas diferenças, embora acabem por cobrir quase os mesmos trabalhos. Na discretização posterior dos elementos de construção o ProNIC apresenta uma pormenorização mais detalhada que o CSRMC.

De modo a verificar a semelhança dos capítulos fez-se uma correspondência dos capítulos idênticos, apresentada no quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Capítulos idênticos CSRMC/ProNIC

CSRMC	ProNIC
1 – Estaleiro	1 – Estaleiro
2 – Trabalhos preparatórios	2 – Trabalhos preparatórios
3 – Demolições	3 – Demolições
4 – Movimento de terras	4 – Movimento de terras
5 – Pavimentos e drenagens exteriores	5 – Arranjos exteriores
6 – Fundações	6 – Fundações e obras de contenção
7 – Betão, cofragem e armaduras em elementos primários	7 – Estruturas de betão armado e pré-esforçado
8 – Estruturas metálicas	8 – Estruturas metálicas
10 – Cantarias	13 – Elementos de cantaria
11 – Carpintarias	14 – Elementos de carpintaria
12 – Serralharias	15 – Elementos de serralharia
13 – Portas e janelas de plástico	16 – Elementos de materiais plásticos
14 – Isolamentos e impermeabilizações	17 – Isolamentos e impermeabilizações
15 – Revestimentos de paredes, pisos, tectos e escadas ; 16 – revestimentos de coberturas inclinadas ; 19 – acabamentos	18 – Revestimentos e acabamentos
17 – Vidros e espelhos	19 – Vidros e preenchimentos
18 – Pinturas	20 – Pinturas e envernizamentos
20 – Instalações de canalização; 24 – instalações de aquecimento de água ou vapor	21 – Instalações e equipamentos de águas
21 – Instalações eléctricas	23 – Instalações e equipamentos eléctricos
22 – Ascensores e monta-cargas	24 – Ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes
23 – Elementos de equipamento fixo e móvel	25 – Equipamento fixo e móvel

Observando o quadro 2.2 na página anterior, regista-se que tanto a codificação dos capítulos como a sua designação são semelhantes, embora alguns capítulos do ProNIC englobem vários capítulos do CSRMC.

Em suma, as conclusões da comparação geral entre o CSRMC e o ProNIC foram as seguintes:

- Semelhanças: construção de edifícios; codificação dos capítulos e sua disposição.
- Diferenças: especificações dos trabalhos e elementos de construção.

2.2.2 – Comparação ProNIC/SMM7

Para avaliar a organização dos capítulos e identificar as diferenças entre si apresenta-se o quadro 2.3 em seguida.

Quadro 2.3 – Listagem de capítulos ProNIC/SMM7

ProNIC	SMM7
1 – Estaleiro	A(1) – Condições gerais
2 – Trabalhos preparatórios	B(2) – Edifícios existentes
3 – Demolições	C(3) – Demolições/Alterações/Renovações
4 – Movimento de terras	D(4) – Movimentos de terras
5 – Arranjos exteriores	E(5) – Betão In situ/Betão pré-fabricado
6 – Fundações e obras de contenção	F(6) – Alvenaria
7 – Estruturas de betão armado e pré-esforçado	G(7) – Estruturas metálicas/madeira
8 – Estruturas metálicas	H(8) – Coberturas
9 – Estruturas de madeira	J(9) – Impermeabilizações
10 – Estruturas de alvenaria e cantaria	K(10) – Revestimentos/Painéis/ Divisórias
11 – Estruturas mistas	L(11) – Janelas/Portas/Escadas
12 – Paredes	M(12) – Acabamentos
13 – Elementos de cantaria	N(13) – Mobiliário/Equipamento fixo
14 – Elementos de carpintaria	P(14) – Elementos diversos
15 – Elementos de serralharia	Q(15) – Pavimentos/Plantações/Vedações/ Mobiliário urbano
16 – Elementos de materiais plásticos	R(16) – Redes residuais e pluviais
17 – Isolamentos e impermeabilizações	S(17) – Sistemas de abastecimento canalizado

Quadro 2.3 – Listagem de capítulos ProNIC/SMM7 (Continuação)

ProNIC	SMM7
18 – Revestimentos e acabamentos	T(18) – Sistemas de aquecimento/refrigeração
19 – Vidros e preenchimentos	U(19) – Sistemas de ventilação/Ar condicionado
20 – Pinturas e envernizamentos	V(20) – Instalações eléctricas/energia/iluminação
21 – Instalações e equipamentos de águas	W(21) – Sistemas de comunicação/segurança/controlo
22 – Instalações e equipamentos mecânicos	X(22) – Sistemas de transporte
23 – Instalações e equipamentos eléctricos	Y(23) – Componentes de sistemas mecânicos e eléctricos
24 – Ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes	-
25 – Equipamento fixo e móvel	-
26 – Diversos	-

Fazendo uma análise do quadro 2.3 é possível verificar que o número de capítulos é inferior no SMM7, apresentando 23 capítulos. Por sua vez o ProNIC apresenta 26 capítulos.

Verifica-se também uma diferença considerável nas designações dos capítulos e nas características e especificações apresentadas. No entanto, neste caso de comparação, ambos apresentam os itens por trabalhos e elementos.

Foi feita uma correspondência de alguns capítulos considerados semelhantes, apresentada em seguida no quadro 2.4.

Quadro 2.4 – Capítulos idênticos ProNIC/SMM7

ProNIC	SMM7
3 – Demolições	C(3) – Demolições/Alterações/Renovações
4 – Movimento de terras	D(4) – Movimentos de terras
7 – Estruturas de betão armado e pré-esforçado	E(5) – Betão In situ/Betão pré-fabricado
8 – Estruturas metálicas 9 – Estruturas de madeira	G(7) – Estruturas metálicas/madeira
10 – Estruturas de alvenaria e cantaria	F(6) – Alvenaria
17 – Isolamentos e impermeabilizações	J(9) – Impermeabilizações
18 – Revestimentos e acabamentos	K(10) – Revestimentos/Painéis/ Divisórias ; M(12) – Acabamentos
21 – Instalações e equipamentos de águas	S(17) – Sistemas de abastecimento canalizado
23 – Instalações e equipamentos eléctricos	V(20) – Instalações eléctricas/energia/iluminação
24 – Ascensores, monta-cargas, escadas mecânicas e tapetes rolantes	X(22) – Sistemas de transporte

É possível observar no quadro 2.4, na página anterior, que apenas 10 capítulos se consideraram idênticos, e nalguns casos a informação de um capítulo está separada em dois, como o caso das estruturas metálicas e de madeira estarem incluídas num só capítulo no caso do SMM7 e separadas em dois no ProNIC.

Em suma, as conclusões da comparação geral entre o ProNIC e o SMM7 foram as seguintes:

- Semelhanças: construção de edifícios; abordagem dos itens por trabalhos e elementos.
- Diferenças: número de capítulos; codificação dos capítulos; especificações dos trabalhos e elementos.

2.2.3 – Comparação CSRMC/SMM7

Para avaliar a organização dos capítulos e identificar as diferenças entre si apresenta-se o quadro 2.5 em seguida.

Quadro 2.5 – Listagem de capítulos CSRMC/SMM7

CSRMC	SMM7
0 – Regras gerais	A(1) – Condições gerais
1 – Estaleiro	B(2) – Edifícios existentes
2 – Trabalhos preparatórios	C(3) – Demolições/Alterações/Renovações
3 – Demolições	D(4) – Movimentos de terras
4 – Movimento de terras	E(5) – Betão In situ/Betão pré-fabricado
5 – Pavimentos e drenagens exteriores	F(6) – Alvenaria
6 – Fundações	G(7) – Estruturas metálicas/madeira
7 – Betão, cofragem e armaduras em elementos primários	H(8) – Coberturas
8 – Estruturas metálicas	J(9) – Impermeabilizações
9 – Alvenarias	K(10) – Revestimentos/Painéis/Divisórias
10 – Cantarias	L(11) – Janelas/Portas/Escadas
11 – Carpintarias	M(12) – Acabamentos
12 – Serralharias	N(13) – Mobiliário/Equipamento fixo
13 – Portas e janelas de plástico	P(14) – Elementos diversos
14 – Isolamentos e impermeabilizações	Q(15) – Pavimentos/Plantações/Vedações/ Mobiliário urbano
15 – Revestimentos de paredes, pisos, tectos e escadas	R(16) – Redes residuais e pluviais
16 – Revestimentos de coberturas inclinadas	S(17) – Sistemas de abastecimento canalizado
17 – Vidros e espelhos	T(18) – Sistemas de aquecimento/refrigeração

Quadro 2.5 – Listagem de capítulos CSRMC/SMM7 (Continuação)

CSRMC	SMM7
18 – Pinturas	U(19) – Sistemas de ventilação/Ar condicionado
19 – Acabamentos	V(20) – Instalações eléctricas/energia/iluminação
20 – Instalações de canalização	W(21) – Sistemas de comunicação/segurança/ controlo
21 – Instalações eléctricas	X(22) – Sistemas de transporte
22 – Ascensores e monta-cargas	Y(23) – Componentes de sistemas mecânicos e eléctricos
23 – Elementos de equipamento fixo e móvel de mercado	-
24 – Instalações de aquecimento de água ou vapor	-
25 – Instalações de ar condicionado	-

Analisando o quadro 2.5, verifica-se também uma diferença no número de capítulos, sendo o CSRMC composto por 26 capítulos e o SMM7 por 23. No entanto, apesar do número de capítulos ser diferente, e não se encontrarem muitas semelhanças na sua codificação, ambos cobrem os principais trabalhos que se encontram na construção de edifícios.

Nesta comparação foi igualmente feita uma correspondência de alguns capítulos considerados semelhantes, apresentada no quadro 2.6.

Quadro 2.6 – Capítulos idênticos CSRMC/SMM7

CSRMC	SMM7
0 – Regras gerais	A(1) – Condições gerais
3 – Demolições	C(3) – Demolições/Alterações/Renovações
4 – Movimento de terras	D(4) – Movimentos de terras
6 – Fundações; 7 – Betão, cofragem e armaduras em elementos primários	E(5) – Betão In situ/Betão pré-fabricado
9 – Alvenarias	F(6) – Alvenaria
8 – Estruturas metálicas	G(7) – Estruturas metálicas/madeira
10 – Cantarias ; 11 – Carpintarias; 12 – Serralharias	L(11) – Janelas/Portas/Escadas
14 – Isolamentos e impermeabilizações	J(9) – Impermeabilizações
15 – Revestimentos de paredes, pisos, tectos e escadas	K(10) – Revestimentos/Painéis/Divisórias
19 – Acabamentos	M(12) – Acabamentos
20 – Instalações de canalização	R(16) – Redes residuais e pluviais; S(17) – Sistemas de abastecimento canalizado
25 – Instalações de ar condicionado	U(19) – Sistemas de ventilação/ Ar condicionado
21 – Instalações eléctricas	V(20) – Instalações eléctricas/energia/ iluminação

É possível observar no quadro 2.6, na página anterior, a consideração de 13 capítulos semelhantes, que como no caso de comparação anterior a informação de um capítulo está separada em dois ou mais, como o caso do capítulo L do SMM7, para os elementos de janelas, portas e janelas estar relacionado com os capítulos 10, 11 e 12 do CSRMC, para cantarias, carpintarias e serralharias.

Com o exemplo apresentado anteriormente, verifica-se igualmente a diferença da exposição dos itens por ofício no caso do CSRMC e por trabalhos e elementos no SMM7.

Uma das grandes diferenças entre estes dois documentos é a sua própria estrutura, visto o CSRMC apresentar a informação através de texto corrido enquanto no SMM7 a informação é apresentada em tabelas.

Em suma, as conclusões da comparação geral entre o CSRMC e o SMM7 foram as seguintes:

- Semelhanças: construção de edifícios.
- Diferenças: abordagem dos itens por ofício no CSRMC e separação por trabalhos e elementos no SMM7; número de capítulos; codificação dos capítulos; especificações dos trabalhos e elementos; modelo de apresentação do documento.

2.3 – ANÁLISE DO CONTEÚDO ESPECÍFICO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

2.3.1 – Conteúdo do Curso Sobre Regras de Medição na Construção

O documento Curso Sobre Regras de Medição na Construção apresenta o conteúdo sobre estruturas metálicas no oitavo capítulo, estando este dividido em dois subcapítulos, um para regras gerais e outro para elementos estruturais.

No subcapítulo das regras gerais, a informação é disposta em sete alíneas e por quatro notas de rodapé bastante extensas.

No subcapítulo dos elementos estruturais, a informação é disposta em três alíneas e duas notas de rodapé.

➤ **Subcapítulo 8.1 Regras Gerais**

Tal como o título indica, neste subcapítulo são abordados os critérios gerais a adoptar na medição de estruturas metálicas, servindo a primeira nota de rodapé para referir que os trabalhos relativos a elementos metálicos não constituintes de estruturas, deverão ser incluídos no capítulo relativo a Serralharias.

Na primeira alínea são identificadas as partes globais da obra onde as medições deverão ser agrupadas, ou seja, as medições deverão ser divididas em quatro grupos considerados como elementos principais: estruturas, pavimentos, escadas e estrutura da cobertura.

Na alínea seguinte identificam-se as características dos trabalhos em que as medições deverão ser individualizadas, sendo as características as seguintes:

- Natureza do metal ou das ligas ou dos seus elementos principais - neste ponto é feita a segunda nota de rodapé, com referência à norma NP EN 10020 [15], que apresenta a definição e classificação dos aços com base na composição química dos elementos presentes, separando-os em não-ligados e ligados, e definindo classes de qualidade para cada um deles considerando diferentes propriedades ou exigências de utilização;
- Secções nominais e forma dos elementos constituintes - neste ponto é feita a terceira nota de rodapé, que apresenta as principais designações dos produtos longos, presentes na classe de produtos acabados da norma NP EN 10079, que faz a definição dos produtos de aço. São então apresentados os perfilados pesados e os laminados correntes. São também apresentadas designações em função das características qualitativas pretendidas, presentes na norma NP EN 10025, para produtos laminados a quente em aços de construção não ligados. Para além das designações referidas em cima presentes na norma NP EN 10025, são também apresentadas designações para a qualidade e graus de qualidade, tipo de desoxidação e símbolos de aptidão a aplicações especiais;
- Tipo de ligação das peças - neste ponto é feita referência ao REAE [18], para apresentar os seguintes tipos de ligação, rebites, parafusos e soldadura, e salientar a importância da correcta execução das ligações sob o ponto de vista da segurança estrutural;

- Tipo de protecção e acabamento;
- Condições de execução.

Na terceira alínea são identificadas as operações relativas à execução dos trabalhos que as medições deverão englobar, sendo as operações as seguintes:

- Fabrico em oficina ou estaleiro, dos elementos que irão constituir a estrutura;
- Decapagem e aplicação sobre estes elementos numa camada de protecção, sempre que as especificações do projecto exigirem a execução destes trabalhos antes do respectivo fornecimento, cujas medidas serão determinadas pelas regras definidas no capítulo Pinturas;
- Fornecimento, carga, transporte e descarga de todos os elementos e materiais no local da obra;
- Montagem e desmontagem de andaimes e cimbres;
- Colocação, montagem e afinação dos elementos estruturais e sua ligação definitiva, nomeadamente: rebitagem, aparafusamento ou soldadura. [1]

Na alínea posterior é referido que em caso de necessidade, a medição das operações descritas na terceira alínea poderá ser separada em rubricas próprias.

A quinta alínea refere que as medições deverão ser discriminadas por elementos de construção.

A sexta alínea define classes onde as medições dos perfis que constituem as estruturas metálicas deverão ser agrupadas, de acordo com a massa por metro dos perfis. As classes estabelecidas são as seguintes:

- Classe A – massa igual ou inferior a 10 kg/m;
- Classe B – massa superior a 10 kg/m mas igual ou inferior a 20 kg/m;
- Classe C – massa superior a 20 kg/m mas igual ou inferior a 50 kg/m;
- Classe D – massa superior a 50 kg/m mas igual ou inferior a 100 kg/m;
- Classe E – massa superior a 100 kg/m. [1]

A última alínea refere que os perfis curvos ou alveolares deverão ser medidos separadamente em rubricas próprias.

➤ Subcapítulo 8.2 Elementos Estruturais

Neste subcapítulo são definidos os critérios referentes aos elementos estruturais.

A primeira alínea define a unidade de medição, que deverá ser o kg.

É feita aqui uma nota de rodapé, referindo que a massa a considerar na medição será sempre o da secção nominal dos perfis ou da espessura nominal das chapas.

A alínea seguinte define que a medição indicará, para além do elemento estrutural, os tipos e dimensões dos perfis, tubos, chapas e outros elementos constituintes.

Também é feita na segunda alínea uma nota de rodapé referente ao tipo e dimensão dos perfis, dando exemplos da designação dos mesmos para perfilados I, U, IPE e HE, com base em normas como a NP-2116 e NP-2117.

A terceira e última alínea define algumas regras a que a determinação das medidas para o cálculo das medições deverá obedecer.

As regras são as seguintes:

- No caso dos perfis e tubos, os comprimentos serão determinados em **m** e convertidos em **kg**, de acordo com a massa nominal;
- No caso das chapas, a área será determinada em **m²** e convertida em **kg**, de acordo com a massa nominal;
- Em elementos de outro formato, deverá indicar-se a **massa por unidade (kg/un)**;
- A avaliação da massa de rebites e parafusos poderá ser feita por **contagem ou em percentagem**;
- **Não serão feitas deduções** para entalhes e furos. Nos perfis cortados obliquamente, a medida será **a do maior comprimento** do perfil;
- As medidas para a determinação da medição de chapas de superfície irregular serão obtidas a partir **do menor rectângulo circunscrito** a essas superfícies. [1]

2.3.2 – Conteúdo do ProNIC

O ProNIC, como referido anteriormente não se trata de uma ferramenta directamente direccionada para as regras de medição. No entanto, visto a sua estrutura permitir o acompanhamento da informação a ter em conta no desenvolvimento de mapas de quantidades e medições para cadernos de encargos, é aqui apresentado um resumo do seu conteúdo no que diz respeito a estruturas metálicas.

O capítulo correspondente a estruturas metálicas é o número oito, e encontra-se dividido em dois pontos, um para trabalhos de construção gerais em edifícios e outro para consolidação, reabilitação e reforço. A parte de consolidação, reabilitação e reforço não será considerada como já foi referido anteriormente.

Os trabalhos de construção em edifícios estão separados em três partes, estruturas de aço, estruturas de alumínio e aparelhos de apoio.

➤ Estruturas de Aço

- Pavimentos Estruturais – Execução de pavimentos estruturais de acordo com especificações e pormenores de projecto.
 - São dadas instruções para: especificar tipo de perfis e grelhas » especificar a classe de qualidade dos perfis e grelhas » especificar processo de fabrico dos perfis e grelhas » especificar a designação do aço dos perfis e grelhas » especificar tipo de ligação » especificar outras características.
 - Para os perfis são dadas instruções para: especificar o perfil » especificar a referência » especificar tipo de alinhamento » especificar classe de medição » especificar outros requisitos.
 - Para as grelhas metálicas com aberturas são dadas instruções para: especificar a forma das aberturas da grelha » especificar dimensão das aberturas da grelha, em **mm** » especificar dimensão da grelha, em **mm** » especificar outros requisitos » especificar elementos que formam a grelha.

- Cobertura – Execução de estruturas de cobertura de acordo com especificações e pormenores de projecto.
 - Para a execução da estrutura de cobertura são dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
 - Para os perfis são dadas instruções para: especificar o perfil » especificar a referência » especificar tipo de alinhamento » especificar classe de medição » especificar outros requisitos.
 - Para as madres são dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
 - Para os contraventamentos são dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.

- Elementos Diversos – Execução de varandins de acordo com especificações e pormenores de projecto.
 - Para a execução de varandins são dadas instruções para: especificar o elemento » especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
 - Para os perfis são dadas instruções para: especificar o perfil » especificar a referência » especificar tipo de alinhamento » especificar classe de medição » especificar outros requisitos.

- Fixação Mecânica
 - União de elementos metálicos de aço através de ligações aparafusadas de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar o diâmetro dos parafusos » especificar a classe de resistência dos parafusos » especificar a categoria de resistência ao escorregamento.

- União de elementos metálicos de aço através de rebitagem a quente de acordo com especificações e pormenores de projecto.
- Execução de vigas estruturais de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
- Execução de pilares estruturais de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
- Execução de estruturas porticadas de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
- Execução de asnas de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
- Execução de escadas de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar o tipo de ligação » especificar mais características.
- Soldaduras
 - União de elementos metálicos de aço através de soldadura de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar o tipo de soldadura » especificar o metal de adição » especificar o tipo de procedimento de soldadura.

- Execução de ensaio não destrutivo de soldaduras, incluindo todos os equipamentos, trabalhos e acessórios de acordo com o caderno de encargos. São dadas instruções para especificar o método de ensaio.
- Fornecimento e colocação de estruturas pré-fabricadas de aço de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para especificar o tipo de estrutura e características adicionais.
- Fornecimento e montagem de chumbadouros de aço de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a forma dos chumbadouros » especificar o tipo de aço » especificar o diâmetro » especificar características adicionais.
- Fornecimento e montagem de outros elementos de aço de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar tipo de ligação » especificar tipo de elemento » especificar espessura do elemento, em **m** » especificar dimensões do elemento, em **m** » especificar aplicação » especificar características adicionais.
- Fornecimento e montagem de tirantes de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar a classe de qualidade » especificar o processo de fabrico » especificar a designação do aço » especificar tipo de ligação » especificar diâmetro do tirante » especificar a localização da utilização do tirante » especificar características adicionais.
- Fornecimento e montagem de conectores de aço, incluindo todos os trabalhos e materiais necessários para a sua perfeita execução de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar o tipo de conectores » especificar a localização » especificar tipo de aço » especificar dimensões, em **mm**.

➤ **Estruturas de Alumínio**

- **Fixação Mecânica**
 - União de elementos metálicos de alumínio através de ligações aparafusadas de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar o diâmetro dos parafusos » especificar a classe de resistência dos parafusos » especificar o tipo de metal » especificar o estado metalúrgico.
 - União de elementos metálicos de alumínio através de rebite a quente de acordo com especificações e pormenores de projecto.
- Execução de estruturas de alumínio em liga para deformação de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar o elemento estrutural » especificar o tipo de designação » especificar a liga de alumínio » especificar o estado metalúrgico » especificar o tipo de ligação.
- União de elementos metálicos de alumínio através de soldadura de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para: especificar o tipo de soldadura » especificar o metal de adição » especificar o tipo de procedimento de soldadura.
- Fornecimento e colocação de estruturas pré-fabricadas de alumínio de acordo com especificações e pormenores de projecto. São dadas instruções para especificar o tipo de estrutura e características adicionais.

➤ **Aparelhos de Apoio**

- Fornecimento e colocação de aparelhos de apoio estruturais, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários, de acordo com os desenhos de pormenor e o caderno de encargos. São dadas instruções para: especificar o tipo de apoio » especificar o material » especificar características adicionais do material » especificar o local de aplicação » especificar características adicionais.

2.3.3 – Conteúdo do *Standard Method of Measurement of Building Works 7th Edition*

O capítulo do SMM7 correspondente a estruturas metálicas é o G, que engloba também elementos estruturais de madeira.

Este capítulo está dividido em quatro tabelas para partes de trabalhos diferentes. A primeira tabela é designada por G10,G11 e G12 para estruturas de aço, estruturas de alumínio e elementos estruturais diversos respectivamente. A segunda e quarta tabelas, designadas por G20 e G31 e 32 abordam os elementos de madeira, e por isso não serão consideradas. A terceira tabela é a G30 e define os critérios para pavimentos com chapas metálicas colaborantes.

Apresenta-se um resumo da informação contida nas tabelas transcritas no anexo A.

➤ **Tabela G10,G11,G12 – Estruturas de Aço, Estruturas de Alumínio e Elementos Estruturais Diversos**

Informação Preliminar:

P1 – Informação a apresentar em desenhos ou figuras que acompanham o mapa de quantidades:

- a) posição do trabalho em relação a outros trabalhos e ao edifício em geral;
- b) tipo e dimensão dos elementos estruturais e a sua posição em relação uns aos outros;
- c) detalhes das ligações ou das reacções, momentos e esforços axiais nos pontos de ligação.

Informação Suplementar, a aplicar a todos os elementos desta tabela:

S1 – Indicar o tipo e classe de qualidade dos materiais.

S2 – Indicar detalhes dos testes de soldadura e raios-x.

S3 – Indicar detalhes dos testes de desempenho.

1. Estrutura – Fabrico

- Pilares
 - Unidade de medida – tonelada.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.
- Vigas
 - Unidade de medida – tonelada.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.
- Travamentos
 - Unidade de medida – tonelada.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.
- Madres e Calhas
 - Unidade de medida – tonelada.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.
- Redes Electrossoldadas
 - Unidade de medida – tonelada.
- Cimbres – indicar detalhes de construção
 - Unidade de medida – tonelada.
- Treliças – indicar detalhes de construção
 - Unidade de medida – tonelada.
- Varões, Cabos, Barras e Acessórios
 - Unidade de medida – tonelada.
- Chumbadouros – indicar detalhes
 - Unidade de medida – unidade.
- Parafusos e Fixadores Especiais – indicar tipo e diâmetro
 - Unidade de medida – unidade.

Regras de Medição:

M1 – A massa da estrutura inclui todos os componentes e acessórios do mesmo material.

M2 – Os acessórios só serão medidos separadamente quando o tipo e classe do material forem diferentes.

M3 – A massa da estrutura será medida no comprimento total dos seus elementos, sem deduções para furos e entalhes, nem aberturas inferiores a $0,10 \text{ m}^2$ da área medida no plano.

M4 – Não será feito nenhum desconto para a massa dos consumíveis para soldadura, parafusos, porcas, anilhas, rebites e revestimentos protectores.

M5 – A massa volúmica do aço a considerar será de 785 kg/m^2 por 100 mm de espessura, $7,85 \text{ ton/m}^3$; a massa volúmica de outros metais deverá ser indicada.

Regras de Definição:

D1 – O fabrico deverá incluir todas as operações até, e incluindo, a entrega no local de descarga.

D2 – As madres e calhas deverão ser medidas ao peso, quando o seu tipo de aço for laminado a quente.

D3 – Os varões, cabos e barras deverão incluir braçadeiras, varetas de aperto e outros componentes do género.

D4 – Parafusos e fixadores especiais são aqueles diferentes de parafusos normais e chumbadouros.

Regras Complementares:

C1 – Os itens para fabrico medidos ao peso, deverão ter em consideração a compra e colocação de parafusos, porcas e anilhas para as ligações dos elementos estruturais.

2. Estrutura – Montagem

- Processo de montagem
 - Unidade de medida – tonelada.
- Construção permanente no local
 - Unidade de medida – tonelada.

Regras de Medição:

M1; M2; M3; M4; M5 – As regras de medição definidas para os trabalhos do ponto 2 são as mesmas do ponto 1.

Regras de Definição:

D5 – A montagem deverá incluir todas as operações posteriores ao fabrico.

3. Cofragem Permanente

- Indicar tipo e método de fixação
 - Unidade de medida – m².
 - Tipo – curvo.

Regras de Medição:

M1; M2; M3; M4; M5 – As regras de medição definidas para o trabalho do ponto 3 são as mesmas do ponto 1.

Regras de Definição:

D6 – Considera-se cofragem permanente aquela que fica estruturalmente integrada na armação.

4. Madres e Calhas de Aço laminado a frio

- Indicar tipo e método de fixação
 - Unidade de medida – m.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.

Regras de Medição:

M1; M2; M3; M4; M5 – As regras de medição definidas para os elementos do ponto 4 são as mesmas do ponto 1.

5. Elementos Estruturais diversos

- Elemento Singular – indicar a utilização
 - Unidade de medida – tonelada.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.
- Elemento Composto – indicar a utilização e detalhes de construção
 - Unidade de medida – tonelada.
 - Tipo – alveolar, secção variável, curvo, abaulado.

Regras de Medição:

M6 – A massa dos elementos compostos será definida como no ponto 1.

M7 – O comprimento dos parafusos de fixação deverá incluir a sua cabeça.

Regras de Definição:

D7 – N/D

D8 – Os parafusos de fixação são parafusos que fixam um elemento estrutural singular a outro elemento.

6. Preenchimento de Secções Vazadas

- Água⁵ – indicar detalhes
 - Unidade de medida – valor global.
- Betão – indicar detalhes
 - Unidade de medida – valor global.

7. Preparação da Superfície

- Limpeza a jacto
- Decapagem
- Escova de aço
- Limpeza com chama
- Outros a indicar
 - A unidade de medida para todos os elementos do ponto 7 é o m².

Informação Suplementar:

S4 – Indicar tipo de preparação, detalhes de aplicação e duração.

8. Tratamento da superfície

- Galvanização
- Revestimento metálico pulverizado
- Esquema de pintura protectora
- Outros a indicar
 - A unidade de medida para todos os elementos do ponto 8 é o m².

Informação Suplementar

S4 – Indicar tipo de tratamento, detalhes de aplicação e duração.

⁵ As secções vazadas, preenchidas com água, têm um custo muito elevado e requerem considerações muito especiais, no entanto atingem longos períodos de resistência ao fogo.

9. Camada de revestimento de protecção localizada

- Indicar tipo de revestimento
 - Unidade de medida – m².

Regras de Medição:

M8 – A camada de revestimento de protecção localizada só é medida em estruturas de alumínio.

Regras de Definição:

D9 – As camadas de revestimento de protecção localizada são aplicações localizadas em superfícies em contacto com metais diferentes e materiais abrasivos.

Informação Suplementar

S4 – Indicar tipo de revestimento, detalhes de aplicação e duração.

➤ Tabela G30 – Pavimentos com Chapas Metálicas Colaborantes

Regras Preliminares:

P1 – Informação a apresentar em desenhos ou figuras que acompanham o mapa de quantidades:

- a) a extensão do trabalho e a sua cota acima do nível do solo;
- b) a dimensão dos elementos quando não definidos pelo dono de obra.

Regras de Definição, a aplicar a todos os elementos desta tabela:

D1 – Todas as dimensões são dimensões nominais a não ser que sejam definidas como dimensões finais.

Regras Complementares, a aplicar a todos os elementos desta tabela:

C1 – A remoção dos dispositivos de elevação e sua consequente boa execução deverá ser incluída.

Informação Suplementar, a aplicar a todos os elementos desta tabela:

S1 – Indicar o tipo e classe de qualidade dos materiais.

S2 – Indicar o método de fixação e elevação, quando não especificados pelo dono de obra.

S3 – Indicar o método de união e a forma da construção, quando não especificados pelo dono de obra.

S4 – Os tratamentos de superfície são aplicados como parte do processo de produção.

1. Pavimento (*Decking*)

- Indicar descrição das dimensões
 - Unidade de medida – m².
 - Tipo – curvo (indicar o raio).
 - Fixação por pontos com prévia marcação.

Regras de Medição:

M1 – O número só é especificado quando a dimensão do elemento não for definida pelo dono de obra.

M2 – Não serão feitas deduções para aberturas inferiores a 0,50 m².

2. Igual ao ponto 1, mas considerando o pavimento como uma unidade.

3. Itens extra no pavimento

- Aberturas – feitas fora do local ou no local
 - Unidade de medida – unidade.
- Entalhes – feitos fora do local ou no local
 - Unidade de medida – unidade.
- Outros a indicar – feitos fora do local ou no local
 - Unidade de medida – unidade.

Regras de Medição:

M1 – O número só é especificado quando a dimensão do elemento não for definida pelo dono de obra.

M2 – Não serão feitas deduções para aberturas inferiores a $0,50 \text{ m}^2$.

4. Restantes itens

- Os restantes itens são algumas peças secundárias, sem regras nem critérios específicos.

É necessário ter em conta que os trabalhos presentes nestas tabelas são descritos tendo por base um processo construtivo, nomeado *steel framing*, que consiste na execução de uma estrutura global em elementos metálicos para um edifício, contendo todos os trabalhos necessários. Neste processo são utilizados principalmente elementos constituídos por aços laminados a quente. As fachadas e outros revestimentos poderão ser efectuados por materiais adequados a designar.

No mesmo âmbito deste processo, existe o *light steel framing*, constituído por elementos de aço laminado a frio, utilizado principalmente na construção de edifícios residenciais, com poucos pisos, e também na reabilitação de edifícios antigos.

Todo o esqueleto da estrutura é constituído por elementos metálicos, o revestimento da estrutura é constituído por placas estruturais de madeira, denominadas *oriented strand boards* (OSB), que são aglomerados de partículas de madeiras longas e orientadas, enquanto outras divisórias são constituídas por gesso cartonado.

As estruturas *light steel framing* apresentam também um custo e prazo de execução reduzidos.

2.4 – ANÁLISE COMPARATIVA DO CONTEÚDO ESPECÍFICO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

Esta análise tem o objectivo de fazer uma breve comparação da informação analisada anteriormente, tendo em conta o conteúdo das regras de medição, assim como a especificação e codificação dos trabalhos.

Em termos de regras e critérios de medição, poderá ser feita uma comparação directa entre o CSRMC e o SMM7, visto o ProNIC não definir propriamente as regras.

As diferenças entre o CSRMC e o SMM7 notam-se principalmente devido à origem dos documentos. O conteúdo para estruturas metálicas no SMM7 está adaptado às necessidades do sector no Reino Unido, enquanto no caso do CSRMC a realidade do sector da construção de edifícios em Portugal é um pouco diferente.

Os trabalhos no SMM7 são descritos tendo por base os processos construtivos *steel framing* e o *light steel framing*, referidos na sua análise. Em Portugal, estes processos têm vindo a ser utilizados principalmente na reabilitação de edifícios, mas ainda não são uma prática comum, sendo o uso de betão armado mais corrente na construção de edifícios.

Assim sendo, os trabalhos incluídos nas medições apesar de na sua maioria serem idênticos, apresentam algumas diferenças tendo em conta as necessidades que existem no meio técnico de cada país.

Na definição das regras, as principais diferenças a ter em conta são as unidades de medida, as considerações para deduções e os trabalhos incluídos nas medições.

As unidades de medida diferem nos diversos elementos estruturais, sendo definida a tonelada, o metro ou m^2 no SMM7 e o kg no CSRMC. Nas ligações a unidade de medida definida no SMM7 é a unidade enquanto no CSRMC existe a opção de utilizar a unidade ou a percentagem.

Relativamente a deduções é referido no SMM7 que para valores inferiores a $0,5 m^2$ no caso do *decking* e $0,10 m^2$ da área no plano dos restantes elementos estruturais não serão feitas deduções. Ambos os documentos referem que não serão feitas deduções para entalhes e furos.

Em termos da especificação dos trabalhos, a estrutura do ProNIC agrupa os trabalhos em várias partes, tendo em conta o material e o elemento estrutural, especificando os seus detalhes, enquanto o CSRMC não apresenta uma discretização pormenorizada. O SMM7, tal como o ProNIC, decompõe a informação em trabalhos, elementos constituintes dos trabalhos e detalhes desses elementos.

É necessário ter em conta nesta análise, como referido anteriormente, a finalidade que se pretendeu alcançar com cada documento, dado que os documentos foram elaborados com base nos processos construtivos utilizados em Portugal no caso do CSRMC e no Reino Unido no caso do SMM7, sendo mais relevante adotar neste trabalho as regras de medição presentes no CSRMC tratando-se de um modelo a aplicar em Portugal, comprovando a sua adequabilidade com a consulta ao meio técnico.

É importante igualmente referir que o conteúdo de ambos os documentos, apesar de ao longo dos anos terem sido realizadas algumas actualizações, não foi alvo de uma revisão completa na última década, onde se tem registado cada vez mais o aumento do custo da matéria-prima e o aumento da competitividade entre as empresas, tendo em conta o decréscimo da procura e as dificuldades financeiras existentes, sendo necessário otimizar os recursos utilizados assim como tornar os processos construtivos mais eficientes. Deste modo será necessário também adequar as regras de medição à realidade actual da construção civil.

No Reino Unido está em desenvolvimento um documento com 3 volumes sobre procedimentos para a orçamentação na construção civil, intitulado *New Rules of Measurement*, editado pela instituição RICS, cujo volume 2 engloba o capítulo das regras de medição na construção de edifícios e será o substituto do SMM7. Em Portugal ainda não está definida uma revisão e actualização do documento CSRMC.

2.5 – CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES REALIZADAS

Concluída a análise da informação recolhida no capítulo 1, serão feitas algumas considerações a ter em conta sobre a estrutura, as regras de medição e a especificação dos trabalhos contidos no CSRMC, no ProNIC e SMM7.

2.5.1 – Considerações sobre o modelo de apresentação

Após a análise do modelo de apresentação tipo tabela do SMM7, e o modelo de apresentação em texto corrido do CSRMC, é possível constatar que um modelo de apresentação tipo tabela apresenta vantagens a nível da facilidade de interpretação e objectividade do conteúdo.

2.5.2 – Considerações sobre as regras de medição

As regras de medição presentes no CSRMC e SMM7 apresentam algumas diferenças, principalmente nas unidades de medida, consideração das deduções e trabalhos incluídos nas medições. No entanto, visto esta dissertação ser a proposta de um modelo de regras de medição para aplicação em Portugal, considera-se relevante adoptar os critérios presentes no CSRMC, e não os critérios presentes no SMM7.

Não fica, no entanto, excluída a inclusão de algum critério que se considere importante no SMM7 e não esteja presente no CSRMC, assim como a revisão de algum conteúdo do CSRMC a nível normativo, que esteja desactualizado.

2.5.3 – Considerações sobre a especificação dos trabalhos

Em relação à especificação dos trabalhos, é possível verificar que uma especificação detalhada dos trabalhos, identificando e discretizando os seus elementos constituintes torna a interpretação da informação mais acessível.

Considera-se assim importante integrar no CSRMC a forma como os trabalhos estão especificados no ProNIC e no SMM7, e com isso apresentar um modelo completo com uma boa apresentação da informação.

CAPÍTULO 3

CONSULTA AO MEIO TÉCNICO

3.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A consulta ao meio técnico tem uma grande importância nesta dissertação, de modo a avaliar se as regras são, ou não, utilizadas e onde existem problemas.

O principal objectivo nesta consulta é tomar conhecimento da realidade praticada no meio técnico, através de entrevistas com técnicos de algumas empresas nacionais. Pretende-se assim obter conhecimentos e sugestões de pessoas com experiência na área, que ajudarão a desenvolver um modelo de regras de medição adequado à realidade, e não apenas um modelo teórico.

De modo a poder existir um elemento de comparação entre as entrevistas efectuadas, foi elaborada uma lista com as perguntas de maior interesse para apresentar às empresas contactadas.

Nos contactos feitos com empresas nacionais não houve muita disponibilidade das mesmas para debater o assunto, sendo que algumas não chegaram a dar qualquer resposta. No entanto, através de alguns contactos directos com pessoas responsáveis, foi possível agendar reuniões com técnicos das seguintes três empresas:

- Martifer *Metallic Constructions*;
- Grupo Mota-Engil – Engenharia e Construção;
- Somague Engenharia.

Um dos objectivos iniciais era a realização de um inquérito, de modo a apresentar alguns dados estatísticos através da análise das respostas de um grupo de empresas consultado, mas visto só as três empresas referidas terem mostrado interesse no assunto, considerou-se que a análise estatística das respostas dadas só pelas três empresas não seria suficiente para tirar qualquer conclusão.

Assim sendo, em vez de uma resposta directa às perguntas, apresenta-se um resumo das entrevistas realizadas com os técnicos das empresas consultadas com base na lista de perguntas apresentada no subcapítulo 3.2.

As informações obtidas neste capítulo serão posteriormente analisadas em conjunto com a análise efectuada no capítulo 2, de modo a obter um modelo de regras de medição que satisfaça as exigências técnicas e práticas.

3.2 – LISTA DAS PERGUNTAS ENDEREÇADAS ÀS EMPRESAS

Na elaboração das perguntas, considerou-se que seria de interesse numa primeira fase obter informações sobre as regras de medição em geral e em seguida sobre as estruturas metálicas especificamente.

Foi elaborado então um primeiro conjunto de perguntas para tomar conhecimento da aplicação de regras de medição e seus problemas em geral, e um segundo conjunto relativo a considerações acerca de estruturas metálicas.

Apresenta-se nos quadros 3.1 e 3.2 a lista de perguntas.

Quadro 3.1 – Lista das perguntas sobre as regras de medição em geral

Perguntas sobre as regras de medição em geral
1 – São utilizadas regras de medição na empresa? 1.1 – Em caso de utilização, que documentos utilizam?
2 – Se não especificado no caderno de encargos e não utilizarem regras de medição como procedem?
3 – Têm conhecimento do “Curso Sobre Regras de Medição na Construção”? 3.1 – Considerações sobre o documento, lacunas existentes, estrutura correcta, informação pertinente?
4 – Têm conhecimento do SMM7 e do CESMM3? 4.1 – Considerações sobre o documento, lacunas existentes, estrutura correcta, informação pertinente?
5 – Têm conhecimento do ProNIC? 5.1 – Qual a sua opinião sobre a estrutura e conteúdo?
6 – Quais as principais dificuldades relacionadas com as regras de medição? 6.1 – Quais as consequências dessas dificuldades?

Quadro 3.2 – Lista das perguntas sobre as regras de medição para estruturas metálicas

Perguntas sobre as regras de medição para estruturas metálicas
1 – Considera a estrutura do conteúdo das estruturas metálicas nos documentos utilizados correcta?
2 – Considera a identificação dos trabalhos e especificações dos elementos constituintes correcta?
2 – Qual a opinião acerca dos trabalhos de pintura e protecção?
3 – Qual a opinião sobre deduções e desperdícios?
4 – Qual a opinião acerca das unidades de medição?
5 – Qual a opinião acerca das ligações, nomeadamente a contagem de chapas de ligação, parafusos, rebites e soldadura?
6 – Os trabalhos de montagem, elevação e transporte deveriam ser considerados?

3.3 – INFORMAÇÃO PRESTADA PELOS TÉCNICOS DAS EMPRESAS CONSULTADAS

Neste subcapítulo será apresentado um resumo das entrevistas realizadas em cada uma das empresas consultadas no âmbito desta dissertação

3.3.1 – Martifer *Metallic Constructions*

Esta empresa foi escolhida principalmente por desenvolver a sua actividade na área em que o âmbito desta dissertação se insere, contar com 21 anos de actividade no sector e por também ser uma das maiores na sua área não só em Portugal, mas também na Europa.

A empresa tem uma capacidade de produção de mais de 80.000 toneladas anuais de estrutura metálica, 180.000 metros quadrados de alumínio, 600 torres eólicas e 350 canópias.

Em termos das regras de medição, os técnicos dão valor à prática comum e experiência das pessoas responsáveis, definindo com o cliente os procedimentos a adoptar, sendo o documento CSRMC utilizado como guia para resolução de problemas e quando referenciado no caderno de encargos.

Os técnicos utilizam programas de cálculo e desenho tridimensional específicos para estruturas metálicas, como o Tekla e o StruCad, que apresentam listagens com as dimensões de todos os elementos constituintes do projecto, contabilizando todos os seus componentes. Deste modo não existem problemas com as regras de medição visto ser a própria empresa que faz o projecto e fabrica as peças, possuindo todos os elementos de medição disponibilizados pelo *software* utilizado.

Como foi dito, existe o conhecimento do documento CSRMC, mas visto o software referido apresentar listagens de medições, serve apenas como guia para resolver desentendimentos com o cliente e para ser referenciado no caso de obras públicas.

Em relação ao SMM7, já foi consultado mas nunca houve necessidade de utilização, mesmo em obras internacionais visto existirem plataformas informáticas do tipo ProNIC que definem os cadernos de encargos. Não têm conhecimento do CESMM3.

O ProNIC foi utilizado no âmbito de concursos para a empresa pública Parque Escolar, e a sua estrutura na área de estruturas metálicas é considerada razoável.

As principais dificuldades que poderão existir com as regras de medição são o entendimento com o dono de obra acerca do seu conteúdo e a possibilidade de se efectuarem medições erradas, se os trabalhos não estiverem bem explícitos. As consequências são elementos devolvidos por apresentarem dimensões erradas e não poderem ser utilizadas na obra que tem as dimensões pré-definidas para cada elemento, levando a perdas financeiras.

As regras de medição para estruturas metálicas deverão especificar bem os trabalhos e tudo o que estiver incluído nas medições.

Os trabalhos de pintura e protecção contra fogo deverão ser medidos tendo em conta a área de aplicação, em m².

Não deverão ser feitas deduções, excepto previamente especificado nas definições feitas com o cliente.

As unidades de medida são, em geral, o kg e o m², excepto para alguns elementos especiais, que deverão ser contabilizados à unidade.

Todos os elementos de ligação são incluídos na medição, assim como todos os trabalhos de montagem, elevação e transporte.

3.3.2 – Grupo Mota-Engil – Engenharia e Construção

O Grupo Mota-Engil é um dos accionistas maioritários da Martifer e apesar de não ser uma empresa directamente relacionada com o âmbito da dissertação, foi considerada de elevado interesse visto ser uma empresa com uma experiência de mais de 60 anos na área da construção e ser igualmente uma das maiores do país.

As medições são feitas com base no CSRMC e no SMM7 para projectos internacionais.

Em termos da estrutura do CSRMC, o formato em tabela facilitaria a sua interpretação. Os trabalhos e elementos deveriam ser especificados de uma forma mais concisa e com mais pormenor.

Existe conhecimento do CESMM3, mas o documento internacional utilizado é o SMM7.

No que diz respeito a estruturas metálicas, a estrutura do SMM7 e do ProNIC está relativamente boa.

Em termos gerais o ProNIC apresenta uma linguagem que dificulta a interpretação, alguns valores não estão de acordo com a realidade e existem trabalhos e elementos em falta.

Existem dificuldades nos trabalhos relacionados com os esquemas de pintura e protecção contra fogo, visto serem dadas indicações diferentes nos diferentes projectos de especialidade.

As unidades de medida e as deduções a considerar estão bem definidas nos documentos utilizados. O aproveitamento de sobras poderia ser considerado.

Todos os trabalhos e elementos deverão estar bem especificados. Indicar o tipo de elementos, tipo de perfis, separar os elementos por categoria de peso e dimensão. Os formatos especiais deverão ter rubricas próprias, assim como peças especiais deverão ser individualizadas.

Os elementos de ligação deverão ser considerados na medição, definindo bem os trabalhos de ligação.

Deverão ser considerados os trabalhos de colocação em obra, elevação e montagem.

3.3.3 – Somague Engenharia

Esta empresa, tal como a anterior, apesar de não desenvolver a sua actividade só na área das estruturas metálicas foi consultada tendo em conta a sua dimensão e a sua vasta experiência no sector da engenharia e construção.

As medições são efectuadas com base no CSRMC e caso especificado em concurso é utilizado o SMM7. O ProNIC nunca foi utilizado.

A nível geral das regras de medição, existem problemas nas relações entre empreiteiros e fiscalização por adoptarem critérios diferentes, muitas vezes por não ser utilizada a documentação existente, gerando assim complicações.

As regras de medição deveriam ser definidas para serem usadas da mesma forma em fase comercial, em projecto e obra de modo a facilitar e melhorar as relações entre os vários intervenientes. Seria importante que um documento sobre regras de medição tivesse em conta o bom senso e uma visão geral das necessidades do meio técnico.

Por vezes existem dificuldades de interpretação, devido à falta de definição dos critérios. Seria importante existir legislação nesta área. Os trabalhos deverão ser bem identificados, descrevendo bem os artigos e os rácios de cada elemento, apresentando tudo explicitamente de modo a não existirem dúvidas.

Deveriam existir diferentes escalas de pormenor de medição para as diferentes fases de projecto, com graus de rigor diferentes. Discriminar as medições com a discretização dos trabalhos, estudo prévio » projecto de execução » tipo de perfil » peso » dimensões.

A estrutura dos documentos para estruturas metálicas é boa, embora a informação disposta em tabelas facilite a sua interpretação. Seria importante estabelecer uma boa linha de orientação dos processos de medição e construção.

As unidades de medida nos documentos estão de acordo com a realidade, nomeadamente o kg e o m².

Os perfis e outros elementos estruturais deveriam ser discretizados e medidos em categorias diferentes de peso e dimensão e as peças muito específicas deveriam ser contabilizadas à unidade. O critério das deduções deveria ser bem explícito.

Os elementos constituintes das ligações, as sobreposições e emendas poderão ser sempre contabilizados.

Os trabalhos de pintura deverão ser incluídos na medição do elemento, tendo em conta a sua área de superfície. Os trabalhos de fornecimento e descarga em obra, assim como a montagem dos elementos deverão ser considerados na medição.

Todas as pessoas intervenientes num projecto deveriam estar bem informadas dos procedimentos e critérios a adoptar, mas como na maior parte das vezes isso não acontece, existem intervenções difíceis de resolver por dificuldades de comunicação.

3.4 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSULTA AO MEIO TÉCNICO

Com a consulta ao meio técnico terminada, algumas das considerações a ter em conta da sua análise são apresentadas em seguida.

3.4.1 – Problemas identificados

- Não utilização dos critérios de medição por parte de algumas das entidades envolvidas nos projectos e obras, visto não existirem exigências legais;
- Falta de especificação dos trabalhos e elementos;
- Adopção e definição de critérios pouco adequados, quando estes não se encontram especificados;
- Desentendimentos entre as entidades participantes devido à adopção de critérios diferentes, conduzindo por vezes a perdas de tempo e custos acrescidos.

3.4.2 – Aspectos a ter em conta na proposta do modelo

- Modelo de apresentação

O modelo de apresentação considerado mais adequado pelo meio técnico foi o formato tipo tabela de modo a proporcionar uma melhor interpretação, facilitando assim a sua utilização.

➤ Discretização dos elementos

Verificou-se a importância de uma especificação concisa e pormenorizada dos trabalhos e elementos, incluindo todos os elementos de ligação.

➤ Unidades de medida

As unidades de medida presentes no CSRMC para elementos estruturais foram consideradas adequadas, nomeadamente o kg nos casos gerais e o m² no caso das chapas com posterior conversão para kg. No caso do tratamento e protecção de superfície a unidade de medida aconselhada foi o m², tendo em conta a área de aplicação. Para os elementos de ligação a unidade e o valor global foram as unidades de medida sugeridas para parafusos e trabalhos de soldadura respectivamente.

➤ Trabalhos incluídos

Todos os trabalhos inerentes ao processo construtivo das estruturas metálicas, como a montagem, os meios de elevação, os trabalhos de ligação, os trabalhos de tratamento e protecção de superfície e a colocação do material em obra deveriam ser contabilizados.

➤ Regras de medição

Relativamente aos critérios de medição a opinião geral foi que os critérios presentes no CSRMC e SMM7 estão bem definidos e de acordo com a realidade técnica, embora tenha sido realçado que não deverão ser feitas deduções para as aberturas e que os elementos estruturais deverão ser agrupados consoante a sua categoria de peso ou dimensão.

CAPÍTULO 4

PROPOSTA DO MODELO

4.1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A proposta do modelo inicia-se com a apresentação dos factores considerados relevantes para a medição e custo das estruturas metálicas. Posteriormente é feita uma descrição dos elementos constituintes das estruturas metálicas e a sua função.

Apresenta-se também a justificação do tipo de estrutura adoptada para o modelo, tendo como base a informação recolhida nos capítulos anteriores.

O conteúdo presente na proposta do modelo é descrito pormenorizadamente, justificando a adopção de todos os critérios e elementos, tendo como base as análises efectuadas nos capítulos anteriores.

Finalmente são referenciadas as diferenças entre o modelo proposto e o documento Curso Sobre Regras de Medição na Construção.

4.2 – FACTORES RELEVANTES PARA A MEDIÇÃO E CUSTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Após os trabalhos de pesquisa, foi possível obter conhecimento de alguns factores que influenciam directamente o custo das estruturas metálicas, sendo por isso necessário ter em atenção as medições realizadas.

Os factores que se consideraram mais importantes foram os seguintes:

4.2.1 – Matéria-prima

O custo da matéria-prima é um dos principais factores no preço final de uma estrutura metálica, estando bastante sujeito às flutuações do mercado. Existem diversos tipos de aço a considerar, tendo em conta as necessidades do projecto, variando o custo com a categoria e resistência do aço em questão. Para além do aço, poderá ser utilizado o alumínio em alguns elementos de estruturas metálicas.

4.2.2 – Tipo e geometria da estrutura

O tipo de estrutura e geometria adoptadas são factores que condicionam não só o custo como também a própria forma como a medição será realizada. Ao ser utilizada uma geometria fora do comum, serão necessários elementos específicos, de formas variadas, que não se encontram englobados nos elementos comuns para medição.

Se uma estrutura apresentar uma forma muito complexa, isso irá ser reflectido no número de elementos presentes, que aumentará o número de ligações, levando a custos mais elevados e, caso as regras de medição não estejam bem definidas, a problemas com as medições.

4.2.3 – Protecção anticorrosiva e protecção ao fogo

As estruturas metálicas são bastante afectadas pela acção da corrosão, o que diminui a sua resistência estrutural, reduzindo significativamente a sua durabilidade. De modo a evitar o problema da corrosão deverão ser aplicadas as camadas de pintura adequadas à protecção da estrutura de acordo com as definições do projecto tendo em conta o ambiente e o tipo de utilização previstos.

A acção do fogo é um dos aspectos mais importantes a ter em conta no projecto de estruturas metálicas sendo necessária a aplicação correcta das devidas camadas protectoras com base nos níveis de risco e especificações definidas no projecto.

4.2.4 – Transporte

É necessário ter sempre em conta o transporte dos elementos constituintes da estrutura desde a fábrica até ao local da obra, existindo um limite de peso e dimensões dos elementos a transportar que deverá ser considerado. No caso de elementos que necessitem de transporte especial devido a dimensões ou peso fora do comum o custo será mais elevado.

A distância do local de fabrico ao local da obra é um ponto que aumenta ou diminui igualmente o custo do transporte, devendo ser feita uma optimização da carga a transportar de modo a reduzir o número de transportes a realizar.

4.2.5 – Montagem

A montagem dos diversos elementos estruturais terá uma duração e custo mais elevados caso a estrutura em causa seja bastante complexa e existam muitas ligações. Nos casos de geometrias regulares, com poucas ligações, a montagem apresenta um custo mais reduzido, assim como um menor prazo de execução que reduzirá os encargos com equipamentos e mão de obra. Se a estrutura apresentar uma altura elevada será necessária a utilização de meios de elevação de acordo com as condições existentes, o que representa um aumento do custo. As próprias condições do local da obra podem condicionar o custo, caso não exista espaço para aprovisionar o material e o equipamento, afectando a organização do estaleiro e por sua vez os trabalhos de montagem.

4.2.6 – Tipo de ligações

O tipo de ligações utilizado na estrutura tem em conta as necessidades do projecto. As ligações podem ser efectuadas por meio de fixação mecânica, com parafusos ou rebites, ou por meio de soldaduras. Os dois tipos de ligação apresentam características e exigências de aplicação diferentes, reflectindo-se no custo a complexidade dos trabalhos em questão. Os trabalhos de soldadura deverão ser efectuados por técnicos especializados e sujeitos a ensaios de controlo como os ensaios por líquidos penetrantes, por ultra-sons ou por radiografia. Estes ensaios poderão ser feitos por amostragem ou na totalidade das soldaduras.

4.2.7 – Controlo da qualidade

O controlo da qualidade é cada vez mais um modo de obter bons desempenhos e permitir que o trabalho realizado seja o desejado. Todo o processo de execução das estruturas metálicas deverá estar sujeito a um rigoroso controlo da qualidade quer dos materiais utilizados, quer dos processos construtivos utilizados, assumindo elevada importância nos trabalhos e ensaios de soldadura, assim como nos trabalhos de tratamento e protecção de superfície. O controlo da qualidade permite reduzir problemas que possam surgir por incumprimento das normas e procedimentos definidos no projecto, evitando perdas de tempo e custos acrescidos.

4.3 – ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Considerou-se importante identificar os principais elementos constituintes das estruturas metálicas, que farão parte do conteúdo do modelo proposto.

Apresentam-se em seguida os elementos, com uma breve descrição da sua utilização:

- Cantoneiras, aço laminado a quente – são geralmente utilizadas em treliças, contraventamentos e ligações.
- Perfis I e U, aço laminado a quente – são geralmente utilizados em vigas.
- Perfis H, aço laminado a quente – são geralmente utilizados em pilares.
- Perfis soldados, aço laminado a quente – união de chapas por soldadura, quando existe necessidade de utilizar perfis de grande dimensão ou secções especiais. Podem ser do tipo caixão ou outro formato necessário, ter as formas I e H e são utilizados em pilares e vigas.
- Barras lisas e redondas – as barras lisas são geralmente utilizadas em ligações e as barras redondas são utilizadas em tirantes.
- Chapas laminadas a quente – são geralmente utilizadas em ligações, emendas de vigas e pilares, bases de colunas e fabrico de perfis soldados.
- Chapas laminadas a frio – são utilizadas em pavimentos com chapas de aço galvanizado colaborantes e na obtenção de perfis leves com as formas desejadas, denominados perfis enformados a frio.
- Perfis tubulares – os perfis tubulares podem apresentar secção circular, quadrada ou rectangular e são utilizados em treliças, travamentos, montantes e contraventamentos. São também utilizados em andaimes e cimbres.
- Chumbadouros – efectuam as ligações entre os elementos metálicos e os apoios de betão.
- Parafusos, porcas e anilhas, rebites, chapas de ligação – são elementos que permitem fazer as ligações entre os elementos metálicos em alternativa à soldadura.

4.4 – JUSTIFICAÇÃO DO MODELO DE APRESENTAÇÃO

A modelo de apresentação tipo tabela, como foi referido em capítulos anteriores, facilita a interpretação da informação e permite apresentar uma discretização dos trabalhos mais objectiva, tendo sido por isso adoptada um modelo do tipo SMM7 para esta proposta de modelo de regras de medição. É apresentada em seguida, na figura 4.1, a tabela tipo do modelo proposto.

\$ - Título da Tabela \$ - Sub-Título da Tabela 1								
Informação Preliminar: 2					Regras de Medição	Definição dos Critérios	Regras Complementares	Informação Adicional
Elementos Excluídos:					6	8	10	12 4
Tabela de Classificação				Especificações				
1	2	3	4	5 3	7	9	11	13
Indicações Normativas 5								

Figura 4.1 – Tabela Tipo do Modelo Proposto

A tabela pode ser dividida em cinco áreas específicas como é visível na figura 4.1.

- **Área 1** – Esta área corresponde à identificação da classe de trabalhos presente na tabela, sendo que o símbolo “\$” representará o número, ou letra, adoptado para o capítulo respectivo a essa classe de trabalhos. Os itens do quadro serão referenciados com base nesta codificação.

\$ - Título da Tabela \$ - Sub-Título da Tabela 1

Figura 4.2 – Área 1: Modelo Proposto

- **Área 2** – Esta área define a informação a ser fornecida no início de cada secção de trabalhos, ou seja, desenhos, figuras, especificações ou relatórios que deverão acompanhar o mapa de quantidades, de modo a permitir uma correcta localização e definição global do trabalho, assim como os elementos que não serão considerados na medição, fazendo referência ao capítulo onde serão inseridos.

Informação Preliminar:	2
Elementos Excluídos:	

Figura 4.3 – Área 2: Modelo Proposto

- **Área 3** – Esta área, denominada tabela de classificação, contém cinco colunas. A primeira coluna apresenta os trabalhos gerais, que são discretizados na segunda coluna. A terceira coluna apresenta os elementos constituintes da primeira e segundas colunas. As unidades de medida são referidas na quarta coluna. A quinta coluna é reservada a especificações que deverão ser fornecidas relativamente à informação das colunas anteriores.

Tabela de Classificação				Especificações
1	2	3	4	5
				3

Figura 4.4 – Área 3: Modelo Proposto

- **Área 4** – Esta área apresenta os critérios de medição e está interligada com a tabela de classificação. A informação apresentada nas células 6, 8, 10 e 12, que estão localizadas acima da tabela de classificação, abrange todos os itens presentes na tabela. A informação disposta nas células 7, 9, 11 e 13 abrange apenas os itens a que os seus limites horizontais correspondem.
- Regras de Medição (M) – esta coluna apresenta os critérios a que a quantificação e medição dos trabalhos deverão obedecer;
 - Definição dos Critérios (D) – esta coluna define as regras que estabelecem a extensão e limite dos trabalhos;
 - Regras Complementares (C) – esta coluna apresenta os critérios que definem os trabalhos particulares e complementares que deverão ser incluídos;
 - Informação Adicional (A) – esta coluna contém informação adicional, a nível de referência normativa, que poderá ser consultada.

Regras de Medição	Definição dos Critérios	Regras Complementares	Informação Adicional
6	8	10	12 4
7	9	11	13

Figura 4.5 – Área 4: Modelo Proposto

- **Área 5** – Esta área destina-se à identificação das referências normativas acerca das estruturas metálicas, contidas na coluna de informação adicional. É baseada na informação disponibilizada pelo LNEC sobre Normas Europeias Harmonizadas e no Eurocódigo 3.

Indicações Normativas
5

Figura 4.6 – Área 5: Modelo Proposto

4.5 – JUSTIFICAÇÃO DO CONTEÚDO

4.5.1 – Condições Gerais⁶

- a) As medições devem descrever, de forma completa e precisa os trabalhos previstos no projecto ou executados em obra.
- b) Os trabalhos que impliquem diferentes condições ou dificuldades de execução serão sempre medidos separadamente em rubricas próprias.
- c) As dimensões a adoptar serão em regra as de cada elemento de construção arredondadas ao centímetro. Esta regra não é aplicável às dimensões indicadas na descrição das medições. Sempre que possível, nas medições de projecto, as dimensões serão as indicadas nas cotas dos desenhos ou calculadas a partir destas.
- d) Salvo referência em contrário, o cálculo das quantidades dos trabalhos será efectuado com a indicação das dimensões segundo a ordem seguinte:
 - em planos horizontais, *comprimento x largura x altura* ou *espessura*.
 - em planos verticais, *comprimento x largura* ou *espessura x altura*, considerando-se como comprimento e largura as dimensões em planta dos elementos a medir.
- e) As dimensões que não puderem ser determinadas com rigor deverão ser indicadas com a designação de “*quantidades aproximadas*”.

⁶ As condições gerais foram adoptadas de acordo com o CSRMC.

- f) As medições devem ser apresentadas com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão, de modo a permitir uma fácil verificação ou rectificação, e a determinação correcta do custo. Em regra, as dimensões utilizadas na medição deverão ser sempre passíveis de verificação fácil e clara.
- g) Recomenda-se que as medições sejam organizadas por forma a facilitar a determinação dos dados necessários à preparação da execução da obra e ao controlo de produção, tendo em vista a repartição dos trabalhos por diferentes locais de construção e o cálculo das situações mensais de pagamento e controle de custos.
- h) Deverá indicar-se sempre o nome do técnico ou dos técnicos responsáveis pela elaboração das medições e lista de medições.

4.5.2 – Unidades de Medida⁷

- a) As unidades base de medida são as seguintes:

Quadro 4.1 – Unidades de medida [1]

UNIDADE	DESIGNAÇÃO	SÍMBOLO
Genérica	unidade	un
Comprimento	metro	m
Superfície	metro quadrado	m ²
Volume	metro cúbico	m ³
Massa	quilograma	kg

- b) Os resultados parciais dos cálculos das medições obedecerão, em regra, aos arredondamentos seguintes:

Quadro 4.2 – Arredondamentos parciais [1]

MEDIDA	ARREDONDAMENTO DA CASA
metro (m)	centímetro (cm)
metro quadrado (m ²)	decímetro quadrado (dm ²)
metro cúbico (m ³)	decímetro cúbico (dm ³)
quilograma (kg)	hectograma (hg)

⁷ As unidades de medida foram adoptadas de acordo com o CSRMC.

As quantidades globais a incluir nas listas de medições obedecerão, em geral, aos arredondamentos seguintes:

Quadro 4.3 – Arredondamentos globais [1]

MEDIDA	ARREDONDAMENTO DA CASA
metro (m)	decímetro (dm)
metro quadrado (m ²)	decímetro quadrado (dm ²)
metro cúbico (m ³)	decímetro cúbico (dm ³)
quilograma (kg)	quilograma (kg)

- c) Quando a aplicação destas regras tiver como resultado a eliminação da indicação da quantidade de qualquer rubrica, deverá ser indicada a quantidade exacta.
- d) Quando o preço dos trabalhos o justifique, estes arredondamentos podem ser modificados para mais ou para menos. Neste caso, o documento relativo às medições deve mencionar o critério adoptado na definição dos arredondamentos.

4.5.3 – Área 1 – Identificação da classe de trabalhos

- **Título: \$ - Estruturas Metálicas – Trabalhos de Construção em Edifícios**
 - **Subtítulos: \$1 – Elementos de Aço**
\$2 – Elementos de Alumínio

O título da tabela define que o seu conteúdo é referente a trabalhos de construção em edifícios para estruturas metálicas.

Os subtítulos definem que a tabela poderá ser usada para elementos de aço e de alumínio.

Os símbolos que antecedem os títulos destinam-se à posterior referência dos trabalhos que será exemplificada no final.

4.5.4 – Área 2 – Informação preliminar e elementos excluídos

- **Informação Preliminar:** a seguinte informação deverá acompanhar o mapa de quantidades.
 - a) desenho da posição do trabalho em relação a outros trabalhos e ao edifício em geral;
 - b) desenho do tipo e dimensão dos elementos estruturais e a sua posição em relação uns aos outros;
 - c) detalhes das ligações ou das reacções, momentos e esforços axiais nos pontos de ligação.

A informação preliminar define alguns desenhos e informações que deverão acompanhar os mapas de quantidades. O seu conteúdo teve por base o SMM7.

- **Elementos Excluídos:** elementos metálicos não constituintes de estruturas (portas, janelas e outros elementos em vãos, guardas, revestimentos, mobiliário, etc.). Estes elementos estão incluídos no capítulo \$ - Serralharias.

A informação contida nos elementos excluídos define os itens que não estão presentes na classe de trabalhos a que a tabela pertence, indicando o capítulo onde estes se poderão encontrar. O seu conteúdo teve como base o CSRMC.

4.5.5 – Área 3 – Tabela de Classificação

A tabela de classificação apresenta na primeira coluna os trabalhos principais para estruturas metálicas, que foram considerados tendo em conta o CSRMC, o ProNIC e também o SMM7.

Os primeiros quatro trabalhos correspondem às partes globais da obra como descrito no CSRMC, ou seja, estruturas, pavimentos, estrutura de cobertura e escadas. O quinto trabalho corresponde aos trabalhos de ligação, e teve como base alguns elementos do ProNIC e do SMM7. Os restantes dois trabalhos, preparação de superfície e tratamento de superfície, foram adoptados tendo em conta o SMM7.

Os trabalhos principais são decompostos na segunda e terceira colunas, tendo em conta os seus elementos ou trabalhos constituintes. Na quarta coluna é definida a unidade de medida correspondente a cada trabalho. Na quinta coluna são apresentadas as indicações que deverão ser fornecidas em cada trabalho. Os itens desta coluna não são numerados, de forma a poderem ser definidos vários tipos de especificações consoante a necessidade.

▪ **1 – Estruturas**

Os itens presentes na segunda e terceira colunas são os elementos que se consideraram principais relativamente ao trabalho de estruturas, possibilitando no entanto a inclusão de outro elemento a indicar.

Todos os itens das três primeiras colunas são numerados de modo a fazer a posterior referência dos trabalhos. A unidade de medida definida foi o kg. As indicações apresentadas na quinta coluna tiveram em conta a necessidade de uma boa especificação dos trabalhos, assim como o conteúdo do ProNIC.

Quadro 4.4 – 1.º Trabalho geral - Estruturas

1 Estruturas	1 Pilares 2 Vigas 3 Pórticos 4 Contraventamentos 5 Tirantes 6 Outro, a indicar	1 Perfis 2 Perfis soldados 3 Perfis tubulares 4 Cantoneiras 5 Barras 6 Outro, a indicar	kg	Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma e geometria; Indicar dimensões; Indicar detalhes.
	7 Treliças	1 Perfis tubulares 2 Cantoneiras 3 Outro, a indicar		Indicar designação do material; Indicar detalhes de construção; Indicar articulações.

▪ **2 – Pavimentos**

Os itens relativos ao trabalho de pavimentos seguem a mesma linha de orientação descrita para o trabalho de estruturas.

Quadro 4.5 – 2.º Trabalho geral - Pavimentos

2 Pavimentos	1 Vigas 2 Grelhas 3 Lajes 4 Outro, a indicar	1 Perfis 2 Perfis soldados 3 Chapas 4 Cantoneiras 5 Barras 6 Outro, a indicar	kg	Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma e geometria; Indicar dimensões; Indicar detalhes.
--------------	---	--	----	---

▪ 3 – Estrutura de Cobertura

Os itens relativos ao trabalho de estrutura de cobertura seguem a mesma linha de orientação descrita para o trabalho de estruturas.

Quadro 4.6 – 3.º Trabalho geral - Estrutura de Cobertura

3 Estrutura de Cobertura	1 Vigas 2 Asnas 3 Madres 4 Montantes 5 Travamentos 6 Contraventamentos 7 Outro, a indicar	1 Perfis 2 Perfis soldados 3 Perfis tubulares 4 Cantoneiras 5 Barras 6 Outro, a indicar	kg	Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma e geometria; Indicar dimensões; Indicar detalhes.
	8 Treliças	1 Perfis tubulares 2 Cantoneiras 3 Outro, a indicar		Indicar designação do material; Indicar detalhes de construção; Indicar articulações.

▪ 4 – Escadas

Os itens relativos ao trabalho de escadas seguem a mesma linha de orientação descrita para o trabalho de estruturas.

Quadro 4.7 – 4.º Trabalho geral - Escadas

4 Escadas	1 Pilares 2 Vigas 3 Contraventamentos 4 Outro, a indicar	1 Perfis 2 Perfis soldados 3 Perfis tubulares 4 Cantoneiras 5 Barras 6 Outro, a indicar	kg	Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma e geometria; Indicar dimensões; Indicar detalhes.
-----------	---	--	----	---

▪ 5 – Ligações

Os trabalhos de ligações estão divididos em três partes: fixação mecânica, soldadura e acessórios.

O trabalho de ligação por fixação mecânica é decomposto nos materiais utilizados, contabilizados à unidade, devendo ser indicadas as características presentes na quinta coluna.

O trabalho de ligação por soldadura é decomposto nos processos de soldadura, contabilizando o valor global dos consumíveis utilizados, devendo ser indicadas as características presentes na quinta coluna.

Os acessórios para os trabalhos de ligação são decompostos nos materiais utilizados, contabilizados ao peso, devendo ser indicadas as características presentes na quinta coluna.

Quadro 4.8 – 5.º Trabalho geral - Ligações

5 Ligações	1 Fixação mecânica	1 Parafusos 2 Rebites 3 Outros, a indicar	un	Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar diâmetro; Indicar classe de resistência; Indicar categoria de resistência ao escorregamento.
	2 Soldadura	1 Eléctrodo revestido 2 MIG-MAG 3 Brassagem 4 Oxiacetilénica 5 TIG 6 Outro, a indicar	v.g.	Indicar tipo; Indicar metal de adição; Indicar método de ensaio não destrutivo.
	3 Acessórios	1 Chumbadouros 2 Chapas de ligação 3 Outro, a indicar	kg	Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma; Indicar dimensões; Indicar detalhes.

▪ **6 – Preparação da Superfície ; 7 – Tratamento da Superfície**

Os trabalhos de preparação de superfície são decompostos nos vários processos utilizados, sendo a medição efectuada com base na área de superfície a preparar.

Os trabalhos de tratamento de superfície são decompostos nos vários processos utilizados para protecção e acabamento, sendo a medição efectuada com base na área de superfície onde serão realizados os trabalhos. Deverão ainda ser aplicadas, em ambos os casos, as indicações e especificações apresentadas na quinta coluna.

Quadro 4.9 – 6.º e 7.º Trabalhos gerais - Preparação e Tratamento da Superfície

6 Preparação da Superfície	1 Decapagem 2 Lixagem 3 Desengorduramento 4 Outro, a indicar	1 Manual 2 Mecânica 3 Química 4 Jacto abrasivo 5 Maçarico 6 Outro, a indicar	m ²	Especificar tipo; Indicar o modo de aplicação; Especificar esquema de pintura; Indicar detalhes de aplicação.
7 Tratamento da Superfície	1 Metalização 2 Pintura 3 Protecção contra o fogo 4 Outro, a indicar	1 Galvanização 2 Esquema de pintura 3 Argamassa projectada 4 Outro, a indicar		

4.5.6 – Área 4 – Critérios de Medição

Os critérios de medição foram definidos com base no CSRMC.

4.5.6.1 – Regras de Medição

- **M1** As medições serão individualizadas em rubricas próprias de acordo com: natureza do metal, das ligas ou dos seus elementos principais; secções nominais e forma dos elementos constituintes; tipo de ligação das peças; tipo de protecção e acabamento; condições de execução.
 - **A regra M1 aplica-se a todos os itens da tabela.**
- **M2** No caso dos perfis e cantoneiras, os comprimentos serão determinados em m e convertidos em kg, de acordo com a massa nominal.
- **M3** No caso das chapas, a área será determinada em m² e convertida em kg, de acordo com a massa nominal.
- **M4** Em elementos de outro formato, deverá indicar-se a massa por unidade (kg/un).
- **M5** As medições dos perfis serão agrupadas nas rubricas correspondentes às seguintes classes, estabelecidas de acordo com a massa por metro dos perfis (kg/m):
Classe A ≤ 10 ; 10 < Classe B ≤ 20 ; 20 < Classe C ≤ 50 ; 50 < Classe D ≤ 100 ; Classe E > 100 .
- **As regras M2, M3, M4 e M5 aplicam-se aos trabalhos 1 - estruturas, 2 - pavimentos, 3 – estrutura de cobertura e 4 – escadas.**
- **M6** A unidade de medida, v.g. , corresponde ao valor global dos consumíveis para soldadura.
 - **A regra M6 aplica-se aos trabalhos de ligação por soldadura (5.2).**
- **M7** Para as chapas, a área será determinada em m² e convertida em kg, de acordo com a massa nominal. Para os chumbadouros e outros tipos deverá indicar-se a **massa por unidade (kg/un)**.
 - **A regra M7 aplica-se aos acessórios nos trabalhos de ligação (5.3).**

- **M8** As medições relativas aos trabalhos de preparação e tratamento de superfície, deverão ser determinadas de acordo com as regras definidas no capítulo \$-Pinturas.
 - **A regra M8 aplica-se aos trabalhos 6 – preparação da superfície e 7 – tratamento da superfície.**

4.5.6.2 – Definição dos Critérios

- **D1** Não serão feitas deduções para entalhes e furos.
 - **A regra D1 aplica-se a todos os itens da tabela.**
- **D2** Nos perfis cortados obliquamente, a medida será a do maior comprimento do perfil.
- **D3** As medidas para a determinação da medição de chapas de superfície irregular serão obtidas a partir do menor rectângulo circunscrito a essas superfícies.
- **D4** Os perfis curvos ou alveolares devem ser medidos separadamente em rubricas próprias.
- **D5** A massa a considerar na medição será sempre a da secção nominal dos perfis, ou espessura nominal das chapas.
 - **As regras D2, D3, D4 e D5 aplicam-se aos trabalhos 1 - estruturas, 2 - pavimentos, 3 – estrutura de cobertura e 4 – escadas.**
- **D6** As porcas e anilhas não são medidas embora devam ser contempladas no preço unitário dos parafusos a que dizem respeito.
 - **A regra D6 aplica-se aos trabalhos de ligação por fixação mecânica (5.1).**
- **D7** Os consumíveis de soldadura deverão ser incluídos no valor global do trabalho de soldadura a que dizem respeito.
 - **A regra D7 aplica-se aos trabalhos de ligação por soldadura (5.2).**
- **D8** A unidade de medida m^2 , é considerada tendo em conta a área de superfície do elemento onde a preparação e tratamento serão aplicados.
 - **A regra D8 aplica-se aos trabalhos 6 – preparação da superfície e 7 – tratamento da superfície.**

4.5.6.3 – Regras Complementares

- **C1** A medição engloba o fabrico em oficina ou estaleiro, dos elementos, assim como o fornecimento, carga, transporte e descarga de todos os elementos e materiais no local da obra.
 - **A regra C1 aplica-se a todos os itens da tabela.**
- **C2** A medição engloba a montagem e desmontagem de andaimes e cimbres, assim como a colocação, montagem e afinação dos elementos estruturais e sua ligação definitiva, quer por fixação mecânica, quer por soldadura.
- **C3** Sempre que necessário, as medições descritas em C1 e C2 poderão ser separadas em rubricas próprias.
 - **As regras C2 e C3 aplicam-se aos trabalhos 1 - estruturas, 2 - pavimentos, 3 – estrutura de cobertura e 4 – escadas.**
- **C4** O custo dos ensaios deverá ser incluído no valor global do trabalho de soldadura a que dizem respeito.
 - **A regra C4 aplica-se aos trabalhos de ligação por soldadura (5.2).**

4.5.6.4 – Informação Adicional

- **A1** É aconselhada a consulta das normas referenciadas nesta coluna e apresentadas no final da tabela.
- **A2** EC 3
- **A3** EC 9
 - **As regras A1, A2 e A3 aplicam-se a todos os itens da tabela.**
- **A4** EN 1090; **A5** NP EN 10020; **A6** EN 10025; **A7** EN 10079; **A8** EN 10088; **A9** NP EN 10210; **A10** NP EN 10219; **A11** EN10340; **A12** EN10343; **A13** EN15088; **A14** NP EN 10034
 - **As regras A4 até A14 aplicam-se aos trabalhos 1 - estruturas, 2 - pavimentos, 3 – estrutura de cobertura e 4 – escadas.**

- **A15** EN14399
- **A16** EN15048
 - **As regras A15 e A16 aplicam-se aos trabalhos de ligação por fixação mecânica (5.1).**
- **A17** EN 13479
 - **A regra A17 aplica-se aos trabalhos de ligação por soldadura (5.2).**
- **A18** NP EN ISO 1461
- **A19** NP EN ISO 12944
 - **As regras A18 e A19 aplicam-se aos trabalhos 6 – preparação da superfície e 7 – tratamento da superfície.**

4.5.7 – Área 5 – Indicações Normativas

As indicações normativas apresentam um conjunto de normas que se consideraram relevantes para o conteúdo de estruturas metálicas, tendo em conta a informação contida no Eurocódigo 3, no CSRMC e nas normas Europeias harmonizadas no âmbito da Directiva dos Produtos da Construção.

A2 EC 3 – NP EN 1993-1-1:2010 – Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios; NP EN 1993-1-8:2010 – Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço. Parte 1-8: Projecto de ligações.

A3 EC 9 – EN 1999-1-1:2007 – Eurocódigo 9 – Projecto de estruturas de alumínio. Parte 1-1: Regras gerais.

A4 EN 1090:2009 – Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio – Parte 2: Especificações técnicas para estruturas de aço; Parte 3: Especificações técnicas para estruturas de alumínio.

A5 NP EN 10020:2002 – Definição e classificação dos aços.

A6 EN 10025-1:2004 – Produtos estruturais de aço laminado a quente – Condições técnicas gerais de fornecimento.

A7 EN 10079:2007 – Definição dos produtos de aço.

A8 EN 10088-4:2009 – Aços inoxidáveis – Parte 4: Condições técnicas de fornecimento para chapa em placa e banda/bobine de aço resistente à corrosão para aplicações na construção; EN 10088-5:2009 – Aços inoxidáveis – Parte 5: Condições técnicas de fornecimento para barras, perfis, perfis trefilados, arame e produtos brilhantes de aço resistente à corrosão para aplicações na construção.

A9 NP EN 10210:2008 – Perfis ocos estruturados acabados a quente de aços não ligados e de grão fino – Condições técnicas de fornecimento.

A10 NP EN 10219-1:2009 – Perfis ocos estruturais soldados e conformados a frio de aços não ligados e de grão fino – Condições técnicas de fornecimento.

A11 EN 10340:2007/AC:2008 – Aços vazados de construção.

A12 EN 10343:2009 – Aços para temperar e revenir para utilizar na construção – Condições técnicas de fornecimento.

A13 EN 15088:2005 – Alumínio e ligas de alumínio – Produtos estruturais para trabalhos de construção – Condições técnicas de inspeção e de fornecimento.

A14 NP EN 10034:1998 – Perfis estruturais I e H de aço de construção. Tolerâncias de forma e dimensões.

A15 EN 14399-1:2005 – Elementos de ligação roscados de construção de alta resistência aptos a pré-esforço – Requisitos gerais.

A16 EN 15048-1:2007 – Elementos de ligações roscados de construção não pré-esforçados – Requisitos gerais.

A17 EN 13479:2004 – Consumíveis de soldadura. Norma geral de produto para metal de adição e fluxos para soldadura por fusão de materiais metálicos.

A18 NP EN ISO 1461:2002 – Revestimentos de zinco por imersão a quente sobre produtos acabados de ferro e aço – Especificações e métodos de ensaio.

A19 NP EN ISO 12944-4:1999 – Tintas e vernizes – Protecção anticorrosiva de estruturas de aço por esquemas de pintura – Tipos de superfície e de preparação de superfície.

4.6 – APRESENTAÇÃO DO MODELO

Apresentam-se, no quadro 4.10, as tabelas da proposta de modelo a aplicar em Portugal para estruturas metálicas.

Quadro 4.10 – Proposta do modelo

\$ - Estruturas Metálicas – Trabalhos de Construção em Edifícios

\$1 – Elementos de Aço

\$2 – Elementos de Alumínio

<p>Informação Preliminar: a seguinte informação deverá acompanhar o mapa de quantidades, sempre que necessário.</p> <p>a) desenho da posição do trabalho em relação a outros trabalhos e ao edifício em geral;</p> <p>b) desenho do tipo e dimensão dos elementos estruturais;</p> <p>c) detalhes das ligações ou das reacções, momentos e esforços axiais nos pontos de ligação.</p> <p>Elementos Excluídos: elementos metálicos não constituintes de estruturas (portas, janelas e outros elementos em vãos, guardas, revestimentos, mobiliário, etc.). Estes elementos estão incluídos no capítulo \$-Serralharias.</p>		<p>Regras de Medição</p> <p>M1 As medições serão individualizadas em rubricas próprias de acordo com: natureza do metal, das ligas ou dos seus elementos principais; secções nominais e forma dos elementos constituintes; tipo de ligação das peças; tipo de protecção e acabamento; condições de execução.</p> <p>M2 No caso dos perfis e cantoneiras, os comprimentos serão determinados em m e convertidos em kg, de acordo com a massa nominal.</p> <p>M3 No caso das chapas, a área será determinada em m² e convertida em kg, de acordo com a massa nominal.</p> <p>M4 Em elementos de outro formato, deverá indicar-se a massa por unidade (kg/un).</p>		<p>Definição dos Critérios</p> <p>D1 Não serão feitas deduções para entalhes e furos.</p> <p>D2 Nos perfis cortados obliquamente, a medida será a do maior comprimento do perfil.</p> <p>D3 As medidas para a determinação da medição de chapas de superfície irregular serão obtidas a partir do menor rectângulo circunscrito a essas superfícies.</p>		<p>Regras Complementares</p> <p>C1 A medição engloba o fabrico em oficina ou estaleiro, dos elementos, assim como o fornecimento, carga, transporte e descarga de todos os elementos e materiais no local da obra.</p> <p>C2 A medição engloba a montagem e desmontagem de andaimes e cimbres, assim como a colocação, montagem e afinação dos elementos estruturais e sua ligação definitiva, quer por fixação mecânica, quer por soldadura.</p>		<p>Informação Adicional</p> <p>A1 É aconselhada a consulta das normas referenciadas nesta coluna e apresentadas no final da tabela.</p> <p>A2 EC 3</p> <p>A3 EC 9</p> <p>A4 EN 1090</p> <p>A5 NP EN 10020</p> <p>A6 EN 10025</p> <p>A7 EN 10079</p> <p>A8 EN 10088</p> <p>A9 NP EN 10210</p> <p>A10 NP EN 10219</p> <p>A11 EN 10340</p>	
<p>Tabela de Classificação</p> <p>1 Estruturas</p> <p>1 Pilares</p> <p>2 Vigas</p> <p>3 Pórticos</p> <p>4 Contraventamentos</p> <p>5 Tirantes</p> <p>6 Outro, a indicar</p> <p>7 Treliças</p>		<p>Especificações</p> <p>Indicar designação do material;</p> <p>Indicar tipo;</p> <p>Indicar forma e geometria;</p> <p>Indicar dimensões;</p> <p>Indicar detalhes.</p> <p>Indicar designação do material;</p> <p>Indicar detalhes de construção;</p> <p>Indicar articulações.</p> <p>Indicar designação do material;</p> <p>Indicar tipo;</p> <p>Indicar forma e geometria;</p> <p>Indicar dimensões;</p> <p>Indicar detalhes.</p>		<p>kg</p> <p>1 Perfis</p> <p>2 Perfis soldados</p> <p>3 Perfis tubulares</p> <p>4 Cantoneiras</p> <p>5 Barras</p> <p>6 Outro, a indicar</p> <p>1 Perfis tubulares</p> <p>2 Cantoneiras</p> <p>3 Outro, a indicar</p> <p>1 Perfis</p> <p>2 Perfis soldados</p> <p>3 Chapas</p> <p>4 Cantoneiras</p> <p>5 Barras</p> <p>6 Outro, a indicar</p>		<p>2 Pavimentos</p> <p>1 Vigas</p> <p>2 Grelhas</p> <p>3 Lajes</p> <p>4 Outro, a indicar</p>			

Quadro 4.10 – Proposta do modelo (Continuação)

\$ - Continuação

Tabela de Classificação		Regras de Medição	Definição dos Critérios	Regras Complementares	Informação Adicional	
3 Estrutura de Cobertura	1 Vigas 2 Asnas 3 Madres 4 Montantes 5 Travamentos 6 Contraventamentos 7 Outro, a indicar	1 Perfis 2 Perfis soldados 3 Perfis tubulares 4 Cantoneiras 5 Barras 6 Outro, a indicar	<p>M5 As medições dos perfis serão agrupadas nas rubricas correspondentes às seguintes classes, estabelecidas de acordo com a massa por metro dos perfis (kg/m): Classe A ≤ 10 10 < Classe B ≤ 20 20 < Classe C ≤ 50 50 < Classe D ≤ 100 Classe E > 100.</p>	<p>D4 Os perfis curvos ou alveolares devem ser medidos separadamente em rubricas próprias. D5 A massa a considerar na medição será sempre a da secção nominal dos perfis, ou espessura nominal das chapas.</p>	<p>C3 Sempre que necessário, as medições descritas em C1 e C2 poderão ser separadas em rubricas próprias.</p>	<p>A12 EN 10343 A13 EN 15088 A14 NP EN 10034</p>
	8 Treliças	1 Perfis tubulares 2 Cantoneiras 3 Outro, a indicar				
4 Escadas	1 Pilares 2 Vigas 3 Contraventamentos 4 Outro, a indicar	1 Perfis soldados 2 Perfis tubulares 3 Cantoneiras 4 Barras 5 Outro, a indicar	<p>Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma e geometria; Indicar dimensões; Indicar detalhes.</p> <p>Indicar designação do material; Indicar detalhes de construção; Indicar articulações.</p> <p>Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma e geometria; Indicar dimensões; Indicar detalhes.</p>	<p>D6 As porcas e anilhas não são medidas embora devam ser contempladas no preço unitário dos parafusos a que dizem respeito.</p>	<p>A15 EN 14399 A16 EN 15048</p>	
	5 Ligações	1 Parafusos 2 Rebites 3 Outros, a indicar				

Quadro 4.10 – Proposta do modelo (Continuação)

§ - Continuação

Tabela de Classificação		Regras de Medição	Definição dos Critérios	Regras Complementares	Informação Adicional
2 Soldadura	1 Eléctrodo revestido 2 MIG-MAG 3 Brassagem 4 Oxiacetilénica 5 TIG 6 Outro, a indicar	v.g. Indicar tipo; Indicar metal de adição; Indicar método de ensaio não destrutivo.	D7 Os consumíveis de soldadura deverão ser incluídos no valor global do trabalho de soldadura a que dizem respeito.	C4 O custo dos ensaios deverá ser incluído no valor global do trabalho de soldadura a que dizem respeito.	A17 EN 13479
	3 Acessórios	kg Indicar designação do material; Indicar tipo; Indicar forma; Indicar dimensões; Indicar detalhes.	M7 Para as chapas, a área será determinada em m ² e convertida em kg, de acordo com a massa nominal. Para os chumbadouros e outros tipos deverá indicar-se a massa por unidade (kg/un).		
6 Preparação da Superfície	1 Manual 2 Mecânica 3 Química 4 Jacto abrasivo 5 Maçarico 6 Outro, a indicar	m ² Especificar tipo; Indicar o modo de aplicação; Especificar esquema de pintura; Indicar detalhes de aplicação.	D8 A unidade de medida m ² , é considerada tendo em conta a área de superfície do elemento onde a preparação e tratamento serão aplicados.		A18 NP EN ISO 1461 A19 NP EN ISO 12944
	1 Metalização 2 Pintura 3 Protecção contra o fogo 4 Outro, a indicar				
Indicações Normativas					
A2 EC 3 – NP EN 1993-1-1:2010 – Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios; NP EN 1993-1-8:2010 – Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço. Parte 1-8: Projecto de ligações.					
A3 EC 9 – EN 1999-1-1:2007 – Eurocódigo 9 – Projecto de estruturas de alumínio. Parte 1-1: Regras gerais.					
A4 EN 1090:2009 – Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio – Parte 2: Especificações técnicas para estruturas de aço; Parte 3: Especificações técnicas para estruturas de alumínio.					

Quadro 4.10 – Proposta do modelo (Continuação)

S - Continuação

Indicações Normativas
A5 NP EN 10020:2002 – Definição e classificação dos aços.
A6 EN 10025-1:2004 – Produtos estruturais de aço laminado a quente – Condições técnicas gerais de fornecimento.
A7 EN 10079:2007 – Definição dos produtos de aço.
A8 EN 10088-4:2009 – Aços inoxidáveis – Parte 4: Condições técnicas de fornecimento para chapa em placa e banda/bobine de aço resistente à corrosão para aplicações na construção; EN 10088-5:2009 – Aços inoxidáveis – Parte 5: Condições técnicas de fornecimento para barras, perfis, perfis trefilados, arame e produtos brilhantes de aço resistente à corrosão para aplicações na construção.
A9 NP EN 10210:2008 – Perfis ocós estruturados acabados a quente de aços não ligados e de grão fino – Condições técnicas de fornecimento.
A10 NP EN 10219-1:2009 – Perfis ocós estruturais soldados e conformados a frio de aços não ligados e de grão fino – Condições técnicas de fornecimento.
A11 EN 10340:2007/AC:2008 – Aços vazados de construção.
A12 EN 10343:2009 – Aços para temperar e revenir para utilizar na construção – Condições técnicas de fornecimento.
A13 EN 15088:2005 – Alumínio e ligas de alumínio – Produtos estruturais para trabalhos de construção – Condições técnicas de inspeção e de fornecimento.
A14 NP EN 10034:1998 – Perfis estruturais I e H de aço de construção. Tolerâncias de forma e dimensões.
A15 EN 14399-1:2005 – Elementos de ligação roscados de construção de alta resistência aptos a pré-esforço – Requisitos gerais.
A16 EN 15048-1:2007 – Elementos de ligações roscados de construção não pré-esforçados – Requisitos gerais.
A17 EN 13479:2004 – Consumíveis de soldadura. Norma geral de produto para metal de adição e fluxos para soldadura por fusão de materiais metálicos.
A18 NP EN ISO 1461:2002 – Revestimentos de zinco por imersão a quente sobre produtos acabados de ferro e aço – Especificações e métodos de ensaio.
A19 NP EN ISO 12944-4:1999 – Tintas e vernizes – Protecção anticorrosiva de estruturas de aço por esquemas de pintura – Tipos de superfície e de preparação de superfície.

4.7 – INTERPRETAÇÃO DA TABELA DO MODELO PROPOSTO

A tabela deverá ser sempre lida da esquerda para a direita, ou seja, deverão ser escolhidos os itens da tabela de classificação pela sua ordem, e posteriormente identificar os critérios de medição correspondentes.

Devido à extensão do conteúdo da tabela, a mesma prolonga-se por várias páginas, e de modo a identificar a informação de uma coluna que está presente na página seguinte, os seus limites inferiores encontram-se a tracejado.

As indicações normativas apresentadas não são relativas a regras de medição, no entanto a sua consulta considera-se útil para a especificação dos trabalhos, processos, elementos e materiais.

A referenciação dos trabalhos deverá ser efectuada da seguinte forma:

1. Indicar a letra ou número correspondente à classe de trabalhos;
2. Indicar o número do trabalho pretendido da primeira coluna;
3. Indicar o número do elemento ou processo da segunda coluna;
4. Indicar o número do elemento, processo ou material da terceira coluna;
5. Definir as especificações necessárias apresentadas na quinta coluna.

Exemplo:

A classe de trabalhos de estruturas metálicas será identificada com a letra G.

Pretende-se fazer referência para uma medição de um perfil corrente de aço para uma viga de uma determinada estrutura.

A sua identificação será – **G1: 1.2.1; definir as especificações necessárias** (deverão ser incluídos os pontos necessários consoante as características do projecto).

Os critérios de medição a considerar serão – **M1, M2, M3, M4, M5; D1, D2, D3, D4, D5; C1, C2, C3.**

A informação adicional a considerar será - **A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14.**

4.8 – DIFERENÇAS DO MODELO PROPOSTO EM RELAÇÃO AO CSRMC

As diferenças existentes entre o modelo proposto e o CSRMC são a nível do modelo de apresentação e do conteúdo.

4.8.1 – Diferenças a nível do modelo de apresentação

O modelo proposto apresenta a informação por meio de uma tabela onde são descritos os trabalhos e as regras correspondentes, enquanto no CSRMC a informação está disposta em texto corrido.

4.8.2 – Diferenças a nível do conteúdo

A discretização detalhada dos trabalhos apresentada no modelo proposto não se encontra no CSRMC. Foram também adicionados trabalhos gerais para ligações, para protecção de superfície e para tratamento de superfície.

As unidades de medida são idênticas, apesar de no modelo proposto os itens para os trabalhos de ligação por fixação mecânica serem contabilizados à unidade e os consumíveis de soldadura serem contabilizados por valor global. O CSRMC define que a avaliação da massa de rebites e parafusos poderá ser feita por contagem ou em percentagem.

Os critérios de medição do modelo proposto foram adoptados do CSRMC, tendo sido apenas incluídas duas regras adicionais:

- **D6** - As porcas e anilhas não são medidas embora devam ser contempladas no preço unitário dos parafusos a que dizem respeito.
- **D7** - Os consumíveis de soldadura deverão ser incluídos no valor global do trabalho de soldadura a que dizem respeito.
- **C4** - O custo dos ensaios deverá ser incluído no valor global do trabalho de soldadura a que dizem respeito.

Estas regras foram incluídas tendo em conta a necessidade de incluir nas medições todos os elementos necessários para a realização dos trabalhos.

A nível das referências normativas, o CSRMC descreve alguma informação presente nas normas identificadas, enquanto no modelo proposto apenas se aconselha a consulta das normas apresentadas. Algumas das normas referidas no CSRMC encontram-se anuladas, tendo sido substituídas por outras apresentadas no modelo proposto. As normas actualizadas são as seguintes:

- **NP-2116 e NP-2117 » NP EN 10034:2009;**
- **REAE » EC3;**
- **NP EN 10079 » EN 10079:2007;**
- **NP EN 10025 » EN 10025-1:2004.**

Em suma, as regras presentes no CSRMC foram mantidas, tendo em conta a sua adequabilidade demonstrada pelo meio técnico. Foram feitas apenas ligeiras modificações do conteúdo, sendo a diferença mais notória o modelo de apresentação proposto.

CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

CONCLUSÃO

As medições assumem um papel importante na execução dos orçamentos, que por sua vez são fundamentais para alcançar custos e prazos de execução de obras e projectos acertados.

Regista-se que, pelo facto de não existir uma norma sobre regras de medição, os agentes envolvidos no processo de construção adoptam critérios distintos, o que muitas vezes gera conflitos entre as partes envolvidas no projecto ou na obra.

A existência de um conjunto de regras de medição na construção torna-se assim essencial para que se possam atingir alguns objectivos como:

- Uniformizar critérios que suportem os articulados de mapas de quantidades propostos a concurso;
- Uniformizar critérios de medição utilizados pelos empreiteiros, na elaboração das suas propostas de concurso;
- Uniformizar os sistemas de classificação de trabalhos utilizados em mapas de medição, orçamentos e análises económicas;
- Uniformizar os critérios de medição dos trabalhos em obra;
- Reduzir conflitos entre Donos de Obra e Empreiteiros.

O estudo foi desenvolvido com base na metodologia definida no início da dissertação, de modo a alcançar os objectivos propostos, salientando-se os seguintes pontos:

- **Pesquisa bibliográfica nacional e internacional**

Através da pesquisa bibliográfica e aplicações consultadas, foram identificados e definidos os documentos mais relevantes.

▪ **Análise da informação recolhida**

Através da análise da informação recolhida foi possível definir um conjunto de aspectos que foram tidos em conta no modelo proposto, designadamente:

- Modelo de apresentação: concluiu-se que o formato tipo tabela é preferível, pois permite uma fácil leitura e compreensão das regras, facilitando a interacção com o articulado de mapa de medições;
- Codificação e especificação dos trabalhos: considerou-se preferível manter a codificação do CSRMC, conciliando-a com o ProNIC e com o SMM7, apenas discretizando mais detalhadamente os trabalhos, de modo a alcançar um modelo conciso de fácil interpretação;
- Unidades de medida: considerou-se preferível não fazer alterações nas unidades de medida principais, visto estas estarem bem definidas no CSRMC;
- Regras de medição: as principais regras de medição contidas no CSRMC foram mantidas, acrescentando-se apenas alguns critérios para complementar a informação.

▪ **Consulta ao meio técnico**

O estabelecimento de contactos com técnicos de algumas empresas nacionais permitiu realizar uma avaliação da prática corrente em matéria de regras de medição em Portugal, assim como identificar o processo construtivo das estruturas metálicas e também recolher sugestões para o modelo.

O trabalho desenvolvido para atingir os objectivos propostos, baseou-se sempre em todos os elementos consultados e nas informações obtidas no meio técnico.

Considera-se por fim, que os objectivos principais desta dissertação foram atingidos, estando o modelo apto para utilização.

Apresentam-se em seguida algumas sugestões para desenvolvimentos futuros no âmbito das regras de medição em geral e também das regras de medição para estruturas metálicas.

DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

➤ Regras de medição em geral

- Reestruturar e actualizar as regras de medição para outros trabalhos de construção, para além da construção de edifícios, como por exemplo construção de pontes e outras obras de arte, obras rodoviárias ou reabilitação;
- Estudar a viabilidade da existência de um único modelo de regras de medição para a construção, ou se deverão ser elaborados diversos modelos consoante o tipo de construção em causa;
- Fazer uma análise em estudos futuros, no âmbito das regras de medição, do documento intitulado *New Rules Of Measurement* que está actualmente a ser desenvolvido pela instituição RICS. Este documento encontra-se separado em três volumes:

Volume 1 – *Order of Cost Estimating and Elemental Cost Planning* - Publicado em Maio de 2009, com nova edição agendada para Janeiro de 2013;

Volume 2 – *Construction Quantities and Works Procurement* - Alternativa ao SMM 7, com publicação agendada para Janeiro de 2013;

Volume 3 – *Maintenance and Operations Cost Estimating Planning and Procurement* - Edição em desenvolvimento sem publicação agendada.

- Validar a proposta de modelo de regras de medição desta dissertação e das anteriormente desenvolvidas, através da sua utilização a nível prático.

➤ Regras de medição para estruturas metálicas

- Considerar a inclusão de ilustrações sobre a aplicação das regras de medição, principalmente em pormenores construtivos que poderão suscitar maiores dúvidas na sua aplicação.
- Considerar a extensão dos trabalhos para incluir estruturas mistas betão-aço.
- Considerar a realização de um estudo aprofundado do processo construtivo *steel framing*, e também do *light steel framing*, de modo a adaptar estes processos a um modelo mas simples e objectivo de regras de medição para estruturas metálicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] – FONSECA, M. - *Curso Sobre Regras de Medição na Construção*. Lisboa: LNEC, 2010.
- [2] – THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS, THE BUILDING EMPLOYERS CONFEDERATION - *Standard Method of Measurement of Building Works 7th Edition*. 1998.
- [3] – THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS - *Civil Engineering Standard Method of Measurement 3rd Edition*. Londres: Thomas Telford Ltd. 1991.
- [4] – INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE - NP EN 1993-1-1, Eurocódigo 3 - Projecto de estruturas de aço. Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios. Caparica: IPQ, Março 2010.
- [5] – GUILHERME, P. - *Escavações e Movimentos de Terras - Regras de medição na construção, modelo aplicável a Portugal*. Lisboa: IST, 2008.
- [6] – MESTRE, R. - *Regras de medição na construção de edifícios - Proposta de modelo para aplicação em Portugal para elementos secundários de cantaria, carpintaria e serralharia*. Lisboa: IST, 2010.
- [7] – CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS - (Publicado no Decreto-Lei n.º 18/2008, Janeiro). Diário da República n.º 20, série I, de 29 de Janeiro de 2008.
- [8] – REGULAMENTO DOS CONCURSOS PARA EMPREITADAS E FORNECIMENTO DE OBRAS PÚBLICAS - (Publicado na Portaria n.º 959/2009, Agosto). Diário da República n.º 162, série I, de 21 de Agosto de 2009.
- [9] – ProNIC - <http://www2.inescporto.pt/uesp/noticias-eventos/nos-na-imprensa/pronic-sistema-de-geracao-e-gestao-de-informacaotecnica-para-cadernos-de-encargos/>. (Consultado a 9 de Agosto de 2011).
- [10] – THE ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS - <http://www.rics.org/>. (Consultado a 4 de Maio de 2011).
- [11] – RICS CONSTRUCTION FACULTY - *International Survey 2003 - Standard Methods of Measurement in Current Use*. UK: 2003.

- [12] – KELLY, P. e MACNAMARA, P. - *SMM 7 - Explained and Illustrated*. UK: RICS Books, 2003.
- [13] – BEUTH VERLAG - <http://www.beuth.de/en/article/vob-standards/> - (consultado a 4 de Maio de 2011).
- [14] – NBN B 06-001 - *Mesurage dans le bâtiment - Méthodes de mesure de quantités*. Maio, 1982.
- [15] – NP EN 10020:2002 - *Definição e classificação dos aços*.
- [16] – EN 10079:2007 - *Definição dos produtos de aço*.
- [17] – EN 10025:2004 - *Produtos laminados a quente em aços de construção não ligados*.
- [18] – REAE - *Regulamento de Estruturas de Aço Para Edifícios*. (Publicado no Decreto-Lei n.º 211/86), Diário da República n.º 174, série I, de 31 de Julho de 1986.
- [19] – EN 1090-2:2009 - *Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio - Parte 2: Especificações técnicas para estruturas de aço*.
- [20] – EN 1090-3:2009 - *Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio - Parte 3: Especificações técnicas para estruturas de alumínio*.
- [21] – EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN) - EN 1090:2008 - *Execution of steel structures and aluminium structures*. Julho, 2009.
- [22] – GRUPO MARTIFER - <http://www.martifer.pt/> - (consultado a 8 de Setembro de 2011).
- [23] – GRUPO MOTA-ENGIL - <http://www.mota-engil.pt/> - (consultado a 23 de Maio de 2011).
- [24] – SOMAGUE S.A. - <http://www.somague.pt/> - (consultado a 23 de Maio de 2011).
- [25] – CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION - <http://www.cstc.be/> - (consultado a 4 de Maio de 2011).
- [26] – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - <http://www.din.de/> - (consultado a 4 de Maio de 2011).

- [27] – INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA - <http://www.ietcc.csic.es/> - (consultado a 4 de Maio de 2011).
- [28] – THE EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - <http://www.cen.eu/> - (consultado a 4 de Maio de 2011).
- [29] – LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - *Normas Europeias harmonizadas no âmbito da Directiva dos Produtos de Construção, M/120 - Produtos para estruturas metálicas*. Lisboa: LNEC, 2011.
- [30] – INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE - <http://www.ipq.pt/> - (consultado a 3 de Outubro de 2011).

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

Aba – Banzo de um perfil metálico.

Aço – Liga metálica de ferro e carbono, que conforme o processo de fabrico e arrefecimento possui características diferentes.

Alumínio – Metal leve, resistente e fácil de trabalhar.

Anilha – Anel ou aro de metal.

Asna – Estrutura de suporte de cobertura, reticulada plana.

Cantoneira – Perfil de aço com duas abas.

Chapa – Telha ondulada ou nervurada de metal.

Chumbadouro – Hastes circulares de aço roscadas numa das extremidades, utilizadas para ancorar a estrutura metálica às fundações. O diâmetro e a quantidade de chumbadores dependem das acções e do sistema estrutural adoptado.

Contraventamento – Peça oblíqua destinada a evitar a deformação de uma estrutura ou material. É geralmente obtido por triangulação.

Decapagem – Processo de remoção de camadas de óxidos formadas sobre superfícies metálicas.

Entalhe – Recorte de uma peça para ligação com outra.

Laminagem – Processo de deformação de metais para a obtenção de chapas, barras ou perfis que se realiza geralmente a quente, fazendo passar lingotes do metal a alta temperatura entre dois cilindros que giram em sentido contrário.

Madre – Elemento estrutural constituinte da estrutura de cobertura. Definido e dimensionado para vencer vãos de pórticos paralelos entre si.

Obra de arte – Determinado tipo de construção que requer uma maior especialização, tal como pontes, viadutos, túneis.

Parafuso – Tipo de prego com sulcos em hélice, com cabeça fendida ou poligonal, que se destina a suportar e fixar peças, é aplicado por meio de rotação, sendo necessário para tal, um outro equipamento de auxílio.

Perfil – Termo que define peças metálicas produzidas por moldagem.

Pilar – Elemento estrutural, vertical, sujeito principalmente a esforços de compressão.

Pórtico – Totalidade ou parte de uma estrutura, compreendendo vários elementos estruturais ligados entre si e projectados para resistirem, em conjunto, às acções aplicadas; este termo engloba tanto estruturas planas como tridimensionais.

Rebite – Troço de metal, com uma cabeça numa das pontas, utilizado para fixar peças metálicas.

Soldadura – Método de junção de peças metálicas através do aquecimento a temperaturas acima da gama de recristalização ou do ponto de fusão, proporcionando a continuidade da matéria entre as peças a unir, sem degradação das propriedades físicas das mesmas. Além desta soldadura completa existem outras onde as peças a unir não atingem a temperatura de fusão.

Tirante – Peça estrutural, destinada a responder a tensões de tracção.

Treliça – Estrutura formada por elementos rígidos, aos quais se dá o nome de barras. Esses elementos encontram-se ligados entre si por articulações/nós.

Viga – Elemento estrutural, horizontal, sujeito principalmente a esforços de flexão.

ANEXO A – TABELAS DO SMM7 PARA ESTRUTURAS METÁLICAS

G Structural/Carcassing metal/timber

G10 Structural steel framing

G11 Structural aluminium framing

G12 Isolated structural metal members

INFORMATION PROVIDED		MEASUREMENT RULES	DEFINITION RULES	COVERAGE RULES	SUPPLEMENTARY INFORMATION	
<p>P1 The following information is shown either on location drawings under A Preliminaries/General conditions or on further drawings which accompany the bills of quantities:</p> <p>(a) the position of the work in relation to other parts of the work and of the proposed buildings</p> <p>(b) the types and sizes of structural members and their positions in relation to each other</p> <p>(c) details of connections or of the reactions, moments and axial loads at connection points</p>					<p>S1 Types and grades of materials</p> <p>S2 Details of welding tests and X rays</p> <p>S3 Details of performance tests</p>	
CLASSIFICATION TABLE						
1 Framing, fabrication	1 Columns	t	1 Castellated 2 Tapered 3 Curved 4 Cambered	<p>D1 Fabrication includes all operations up to and including delivery to site</p> <p>D2 Purlins and cladding rails are measured by weight when hot rolled</p> <p>D3 Wires, cables, rods and bars include sag rods, ties and the like</p> <p>D4 Special bolts and fasteners are those other than black bolts and holding down bolts or assemblies</p>	<p>C1 Items for fabrication measured by weight are deemed to include shop and site black bolts, nuts and washers for structural framing to structural framing connections</p>	
	2 Beams					
	3 Bracings					
	4 Purlins and cladding rails					
	5 Grillages	nr				
	6 Overhead crane rails			<p>M1 The mass of framing includes all components and fittings except fillings of a different type and grade of material</p> <p>M2 Fittings are only measured separately where they are of a different type and grade of material</p> <p>M3 The mass of framing is measured from their overall lengths with no deductions for splay cuts or mitred ends or for the mass of metal removed to form notches, and holes each < 0.10 m² in area measured in the plane</p> <p>M4 No allowance is made for the mass of weld fillets, black bolts, nuts, washers, rivets and protective coatings</p> <p>M5 The mass of steel is taken for measurement as 785 kg/m² per 100 mm thickness (7.85 t/m²); the mass of other metals is stated</p>		
	7 Trestles, towers and built up columns			1 Details of fixing clips and resilient pads stated		1 Details of construction stated
	6 Trusses and built up girders					
	9 Wires, cables, rods and bars					
	10 Fittings					
	11 Holding down bolts or assemblies			1 Details stated		
	12 Special bolts and fasteners			1 Type and diameter stated		

2 Framing, erection	1 Trial erection 2 Permanent erection on site		t			D5 Erection Includes all operations subsequent to fabrication		
3 Permanent formwork	1 Type and method of fixing stated		m ²	1 Curved		D6 Permanent formwork is that which is structurally integral with the framing		
4 Cold rolled purlins and cladding rails	1 Type and method of fixing stated		m	1 Castellated 2 Tapered				
5 Isolated structural member	1 Plain member 2 Built-up member	1 Use stated 2 Use and details of construction stated	t	3 Curved 4 Cambered	M6 The mass of built up members is calculated as defined from 'Framing, fabrication' M7 Fixing bolts are measured in accordance with the rules contained in Section G20:25.*.0.0	D7 Use is defined as 1.1 – 1.10 inclusive D8 Fixing bolts are bolts fixing an isolated structural member to another element		
6 FillHng hollow sections	1 Water 2 Concrete	1 Details stated	Item					
7 Surface preparation	1 Blast cleaning 2 Pickling 3 Wire brushing 4 Flame cleaning 5 Others, details stated		m ²					
8 Surface treatment	1 Galvanizing 2 Sprayed metal coating 3 Protective painting 4 Others, details stated		m ²					
9 Localized protective coating	1 Type stated		m ²		M8 Localized protective coating is only measured to structural aluminium framing	D9 Localized protective coatings are localized applications to surfaces in contact with dissimilar metals and aggressive building materials		S4 Type of preparation, details of application and timing

G30 Metal profiled sheet decking

INFORMATION PROVIDED		MEASUREMENT RULES	DEFINITION RULES	COVERAGE RULES	SUPPLEMENTARY INFORMATION
<p>P1 The following information is shown either on location drawings under A Preliminaries/General conditions or on further drawings which accompany the bills of quantities:</p> <p>(a) the extent of the work and its height above ground level</p> <p>(b) the size of units where not at the discretion of the Contractor</p>			<p>D1 All sizes are nominal sizes unless stated as finished sizes</p>	<p>C1 Removal of lifting devices and consequent making good and making good of handling holes and the like are deemed to be included</p>	<p>S1 Kind and quality of materials</p> <p>S2 Method of fixing and hoisting where not at the discretion of the Contractor</p> <p>S3 Method of jointing or form of construction where not at the discretion of the Contractor</p> <p>S4 Surface treatments applied as part of the production process</p>
CLASSIFICATION TABLE					
<p>1 Decking</p> <p>2 Decking units (nr)</p>	<p>1 Dimensioned description</p>	<p>1 Curved, radii stated</p> <p>2 Fixing through underlinings</p>	<p>M1 The number is stated only where the size of unit is not at the discretion of the Contractor</p> <p>M2 No deduction is made for voids $\leq 0.50 \text{ m}^2$</p>		
<p>3 Items extra over the decking or decking units in which they occur</p> <p>1 Holes</p> <p>2 Notches</p> <p>3 Others, details stated</p>	<p>1 Dimensioned description</p>	<p>1 Off site</p> <p>2 On site</p>			
<p>4 Bearings</p> <p>5 Eaves</p> <p>6 Kerbs</p> <p>7 Abutments</p> <p>8 Nibs</p> <p>9 Blocks</p> <p>10 Fillets</p> <p>11 Profile fillers</p>	<p>1 Dimensioned description</p>				