

# **REVISÃO DE PROJECTOS – DESENVOLVIMENTO DE UMA LISTA DE VERIFICAÇÃO**

**ODETE MARIA AFONSO PARENTE**

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

---

Orientador: Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa

JULHO DE 2011

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2010/2011**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.*

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

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

Aos meus Pais,  
por serem sempre meus aliados.

*Mesmo desacreditado e ignorado por todos, não posso desistir, pois para mim, vencer é  
nunca desistir.*

*Albert Einstein*



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Moreira da Costa, por todo o apoio, disponibilidade e compreensão demonstrada ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais, pela força e incentivo que nunca deixaram de demonstrar, pela estabilidade familiar e pelos valores que me têm inculcido ao longo dos anos. Ao meu pai pelas muitas conversas sobre o sector da construção, por me pôr a par da realidade do mundo do trabalho e pelos conselhos e palavras de encorajamento para continuar esta caminhada. À minha mãe por ouvir os meus desabafos e aflições e ter sempre uma palavra de consolo e ânimo a dizer.

Aos meus avós, que apesar de já não se encontrarem entre nós, contribuíram na minha educação e formação de minha personalidade.

Finalmente a todos os meus amigos, que de alguma forma me apoiaram através de conversas e discussões sobre o tema.

Um muito obrigado a todos!



## RESUMO

O sector da construção é muito complexo. A elaboração do projecto de um empreendimento envolve um elevado número de projectos de especialidades, que por sua vez, envolvem um elevado número de profissionais na sua elaboração.

A gestão da informação entre todas as partes intervenientes neste processo, é crucial para que se possa chegar a um resultado final que satisfaça o cliente, assim como a qualidade; estes são factores deveras importantes no sector da construção civil. Desde sempre se fala de desvios/derrapagens nos custos e nos prazos das empreitadas, sejam elas públicas ou privadas, isto é fruto de maus procedimentos e escassez de tempo na execução de projectos.

O desenvolvimento tecnológico na vertente da construção veio encurtar os prazos de execução de projectos, visto que surgiram no mercado um sem fim de programas de cálculo quer de estruturas quer de instalações. Apesar de parecer que este processo vinha aumentar a qualidade nas construções, não foi isso que ocorreu, e o aparecimento de parte das patologias que surgem em construções recentes é fruto de erros cometidos na fase de projecto, que não foram detectados atempadamente. Claro que a falta de manutenção dos edifícios também contribui para tal ocorrência.

As principais deficiências detectadas, que acabam por afectar um empreendimento são: pormenorização deficiente, erros de cálculo, escolha de materiais inadequados e concepção. [1] Por sua vez os erros de concepção são fruto de falta de sistematização do conhecimento, ausência de informação técnica, inexistência de um sistema efectivo de garantias e seguros, novas preocupações arquitectónicas, não exigência de qualificação profissional, aplicação de novas matérias (sem a devida pesquisa sobre os mesmos), ausência de especialistas em física das construções e de compatibilidade de projectos, ausência de sistema de incentivos à qualidade e falta de revisão de projectos.

A qualidade tem sido fortemente implementada em obra pelas empresas, mas esta tem de nascer com o projecto, pois se assim não for, a qualidade na execução da construção propriamente dita acaba por ser anulada.

Este trabalho tem como objectivo principal, denotar a importância da implementação de um programa de revisão de projecto, desde o início do seu processamento. Não podemos pensar que será mais um passo burocrático necessário para juntar ao projecto, mas sim um passo para melhorar o nosso parque de edifícios, para melhorar os resultados dos nossos projectos.

Com o intuito de contribuir para a melhoria do resultado final dos projectos, assim como na qualidade dos edifícios, foi elaborada uma listagem de verificação para a revisão de projectos, esta listagem foi feita com base nos regulamentos em vigor. Os projectos abrangidos neste estudo foram: o projecto de arquitectura, estruturas, rede de abastecimento de água e rede de drenagem de água residuais domésticas e pluviais.

**PALAVRAS-CHAVE:** revisão de projecto, qualidade, desvio de custos e de prazos, patologias.





## **ABSTRACT**

Construction is a very complex sector. The preparation of a General Design takes a large number of expertise designs, which in turn, takes a large number of professionals in their development.

Information management, between all parts involved in this process, it's crucial to get a final result which satisfies the client, as well as quality; these are extremely important factors in the construction industry sector. Ever since we heard about costs overruns and deadlines in contracts, whether they be public or private, being the result of bad procedures and shortage of time in the execution of designs.

The technological progress in construction has achieved to shorten the time of design execution, since the market now offers endless computer applications to designs structures and facilities. Although it seems that this process was meant to increase quality in construction, that's not what happened. The appearance of some of the pathologies that arise in recent constructions is the result of mistakes in the design stage, which were not detected in time. Obviously the lack of maintenance of buildings also contributes to this occurrence.

The main detected deficiencies that will affect a project are: poor detailing, miscalculation, a choice of inappropriate materials and conception. [1] In turn, the design errors are the result of lack of systematization of knowledge, lack of technical information, lack of an effective system of guarantees and insurance, new architectural concerns, non-requirement of professional training, application of new materials (without proper research on them), lack of specialists and compatibility of projects, lack of incentive system for quality and lack of design review.

Quality management has been strongly implemented by companies, but this has to be born with the design because if not, the quality of the execution of the construction itself will turn out to be annulled.

This work aims mainly to stress the importance of implementing a program to review the design from the beginning of the process. We can't think it will be a bureaucratic step necessary to join the process but a step to improve our buildings, to improve the results of our designs.

In order to contribute to improving the outcome of building designs, as well as the quality of buildings, a checklist for reviewing projects was drawn up. This list was developed based on code exigencies. The designs covered in this study were: architectural design, structural design and networks for water supply and drainage system for domestic waste water and rainwater.

**KEYWORDS:** Project review, quality, cost and deadlines overruns, pathologies.



## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE GERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
ABREVIATURAS.....	xiii

## 1. INTRODUÇÃO ..... 1

1.1. GENERALIDADES .....	1
1.2. OBJECTIVO .....	1
1.3. ESTRUTURA DA TESE .....	2

## 2. REVISÃO DE PROJECTOS ..... 3

2.1. DEFINIÇÃO .....	3
2.2. VANTAGENS DA SUA ELABORAÇÃO .....	4
2.3. ESTADO DA REVISÃO DE PROJECTOS EM PORTUGAL .....	5
2.4. ESTADO DA REVISÃO DE PROJECTOS NO ESTRANGEIRO .....	6
2.4.1. SISTEMA DE REVISÃO DE PROJECTOS BASEADO NUMA AGREGAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS ADQUIRIDAS .....	6
2.4.2. VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PROJECTOS DE EDIFÍCIOS BASEADA EM REGRAS .....	8
2.4.3. MÉTODOS RÁPIDOS PARA ENCONTRAR ERROS NA ANÁLISE ESTRUTURAL E NOS RESULTADOS FINAIS ...	17
2.4.4. ORIENTAÇÕES PARA A VERIFICAÇÃO DA CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIOS .....	18
2.5. ÉTICA E DEONTOLOGIA PROFISSIONAL – FUNÇÕES DO REVISOR DO PROJECTO .....	19
2.6. EM SÍNTESE.....	20

## 3. DEFICIÊNCIAS ..... 21

3.1. DEFICIÊNCIAS PROVENIENTES DO PROJECTO .....	21
3.1.1. INFORMAÇÃO SOBRE O TERRENO .....	21
3.1.2. PROJECTO .....	22
3.1.3. VENTILAÇÃO E DESENFUMAGEM.....	27
3.1.4. SEGURANÇA.....	28

3.1.5. REVESTIMENTOS .....	29
3.1.6. COMPARTIMENTAÇÃO.....	30
3.1.7. TÉRMICA E ACÚSTICA.....	31
<b>3.2. PATOLOGIAS - ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. REFLEXÃO .....</b>	<b>34</b>

## **4. ELABORAÇÃO DA REVISÃO DE PROJECTOS..... 37**

<b>4.1. METODOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DE ARQUITECTURA .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DE ESTRUTURAS.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE DE ÁGUAS E ESGOTOS ..</b>	<b>59</b>
4.4.1. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.	59
4.4.2. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS .....	66
4.4.3. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS PLUVIAIS .....	74
<b>4.5. RELATÓRIO FINAL DA REVISÃO .....</b>	<b>81</b>

## **5. CONCLUSÃO..... 83**

<b>5.1. SÍNTESE FINAL .....</b>	<b>83</b>
<b>5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....</b>	<b>83</b>

## **BIBLIOGRAFIA..... 85**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Adição de uma nova experiência no programa .....	8
Fig. 2 - Relatório instantâneo para o gestor do projecto.....	8
Fig. 3 - Classes de funcionalidade que devem existir num sistema de verificação.....	10
Fig. 4 - Um exemplo Fornax: avaliação da saída de emergência .....	12
Fig. 5 - Esquema geral do processo de verificação usado no projecto HITOS.....	13
Fig. 6 - Exemplos de verificação de regras de acessibilidade e sua visualização no SMC em exemplos práticos.....	13
Fig. 7 - Página de relatório para impressão .....	14
Fig. 8 - Esquema do sistema de verificação de modelos baseados no SMARTcodes .....	15
Fig. 9 - Gráfico de relatório onde mostra as ligações entre os espaços.....	16
Fig. 10 - Visualização de uma rota de circulação violada.....	17



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Falta de informação sobre o terreno.....	22
Tabela 3.2 – Falta de informação sobre o projecto .....	23
Tabela 3.3 – Falhas associadas ao sistema de ventilação e desenfumagem .....	27
Tabela 3.4 – Falhas associadas aos sistemas de segurança.....	28
Tabela 3.5 – Falhas associadas aos revestimentos a aplicar.....	29
Tabela 3.6 – Falhas associadas à compartimentação, arranjos exteriores e outros .....	31
Tabela 3.7 – Falhas associadas ao conforto térmico e acústico.....	32
Tabela 3.8 – Ilustração de patologias .....	33
Tabela 4.1 – Classificação de risco e nível de verificação.....	37
Tabela 4.2 – Definição das várias classes, segundo EN 1990 .....	39
Tabela 4.3 – Lista de verificação - Arquitectura .....	41
Tabela 4.4 – Lista de verificação - Estruturas .....	49
Tabela 4.5 – Lista de verificação – Distribuição de Água. ....	61
Tabela 4.6 – Lista de verificação – Drenagem de Águas Residuais Domésticas .....	68
Tabela 4.7 – Lista de verificação – Drenagem de Águas Residuais Pluviais .....	76





## **ABREVIATURAS**

R.P. – Revisão de Projectos

PI's – Pedidos de Informação

APVP – Associação de Projectistas de Vias e Pontes

FFC – Federal Facilities Council

CLL – Corporate Lessons Learned

BIM – Building Information Modeling

IFC – Industry Foundation Classes

SMC – Solibri Model Checker

EDM – Jotne ED Model Checker

ICC – International Code Council

CSIRO – Commonwealth Scientific Industrial Research Organization

ABCB – Australian Building Codes Board

MCS – Model Checking Software

GSA – General Services Administration

DAT – Design Assessment Tool

CDG – Courts Designs Guide

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RGE – Regulamento Geral das Edificações

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

EN 1990 – Norma Europeia 1990

RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes

REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

DCL – Design Check Review

P.E. – Peças Escritas

P.D. – Peças Desenhadas

M.C. – Memória de Cálculo







# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. GENERALIDADES

O presente trabalho aborda o tema Revisão de Projectos (R.P.), que ultimamente tem chamado a atenção dos principais intervenientes na indústria da construção, são eles os donos de obra, os empreiteiros, entidades financiadoras, seguradoras. Os projectistas e futuros utilizadores também acabam por beneficiar com esta etapa, visto que o nível de qualidade do produto final vê-se aumentado com a execução desta tarefa.

De um modo geral, a R.P., mostra-se ser de elevada importância no sector da construção civil, área na qual a sua investigação vai incidir. Este tema afecta a construção em várias etapas e a sua realização em obras de grande envergadura, como podemos concluir ao longo da leitura deste trabalho, já se tem notado, visto que interfere nos prazos, custos, qualidade, cumprimento dos regulamentos e até mesmo nos custos futuros de intervenção ao nível da manutenção dos edifícios/estruturas.

Um dos problemas que já tem vindo a ser tratado na construção, é a qualidade dos projectos, pois quando estes se mostram com falhas, são uma das principais causas dos problemas e conflitos que surgem nos empreendimentos, o que por vezes pode levar ao insucesso da construção.

De encontra com o facto acima apresentado, se a revisão de projectos fosse efectivamente feita em todos os projectos, acabaria por eliminar muitos dos problemas que aparecem em obra. Os pedidos de informação e de esclarecimento iriam diminuir, o que conduziria à poupança de tempo, logo levaria a uma redução de custos.

O sector da construção apesar de manter processos construtivos bastante tradicionais, evoluiu muito na área da elaboração dos projectos, devido à exponencial evolução dos sistemas informáticos. O aparecimento de programas de cálculos de estruturas e de instalações encurtou o prazo de elaboração de um projecto, mas esta evolução não se mostrou positiva em todos aspectos, visto que a qualidade dos projectos não evoluiu como se pretendia. [2]

Os técnicos que usam os programas de cálculo devem estudá-lo e ter noção das considerações pré-definidas que este possui, para que assim não se limitem a introduzir valores e esperar pelos resultados sem colocar em causa os valores obtidos, o que muitas vezes acaba por acontecer.

### 1.2. OBJECTIVO

Este trabalho tem o objectivo de sensibilizar os profissionais, associados de alguma forma à indústria da construção, para a realização da revisão de projectos, salientando a sua importância, elucidando-os

das suas vantagens e apresentando uma metodologia para a sua realização dependendo da dimensão do projecto em questão. Pois os edifícios são de utilizações diferentes, com exigências bem definidas, logo, cada um deverá ser submetido a uma revisão específica, mais ou menos aprofundada.

A metodologia que adiante se irá apresentar, será aplicável no final da fase do projecto de execução e incidirá no projecto de arquitectura, no projecto estrutural e no projecto de redes de abastecimento de água, drenagem de águas residuais doméstica e pluviais.

Pretende-se que o modelo apresentado seja funcional, prático e aplicável no dia-a-dia dos projectistas e revisores, para assim contribuirmos de alguma forma, para um aumento de credibilidade e qualidade dos projectos.

### **1.3. ESTRUTURA DA TESE**

Este trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos, incluindo o presente capítulo, onde é feita uma pequena introdução e a apresentação dos objectivos a alcançar.

No segundo capítulo, é feita a apresentação do estado da revisão de projectos em Portugal e no estrangeiro. Para melhor ilustrar a situação deste tema do estrangeiro, são apresentados resumos de artigos e tecidos comentários referentes ao tema.

No terceiro capítulo, encontram-se reunidas as falhas mais frequentes provenientes da fase de projecto, o que se pretende com esta listagem é alertar e informar os técnicos dos erros cometidos, de forma que estes possam ser minorados/eliminados num futuro próximo.

No quarto capítulo, é apresentada em forma de tabela, uma listagem de tarefas a verificar numa revisão de projecto. Esta listagem foi feita com base nos regulamentos em vigor de uma forma sucinta e prática, para facilitar e apelar à sua utilização.

No quinto capítulo, podemos encontrar uma breve conclusão sobre o trabalho desenvolvido, assim como reflexões sobre desenvolvimentos futuros plausíveis de serem elaborados.

# 2

## REVISÃO DE PROJECTOS

### 2.1. DEFINIÇÃO

A Revisão de Projectos (R.P.), é um processo de controlo e garantia da qualidade dos projectos em geral. Este processo pode ser mais ou menos aprofundado, mas deve incidir sobre todas as especialidades intervenientes.

O objectivo principal deste processo é conferir maior fiabilidade ao projecto, minimizando os eventuais desvios de prazos e custos, e não descredibilizar ou limitar a capacidade intelectual e profissional dos profissionais que participam na concepção do projecto.

É que para além das verificações de correcção, exequibilidade e compatibilidade das soluções, garante-se também que as peças escritas e desenhadas, do projecto de execução têm a informação correcta e suficiente para que surjam o menor número de dúvidas possível em obra.

Normalmente, quando surgem dúvidas sobre o projecto na fase de obra, leva a que sejam feitos Pedidos de Informação (PI'S) por parte do empreiteiro (ou subempreiteiro) ao projectista responsável. Existem vários tipos de pedidos de informação [3]:

- *Soluções alternativas* – Soluções alternativas ao projecto submetidas aos projectistas/cliente para aprovação;
- *Aprovações* – Elementos submetidos aos projectistas/cliente para aprovação (desenhos, documentos, amostras de materiais, informação técnica, entre outros);
- *Clarificação de informação* – Pedidos de informação adicional ou de clarificação da informação fornecida pelos projectistas/cliente;
- *Confirmação de informação* – Pedidos para a confirmação verbal ou escrita da informação;
- *Outros* – Pedidos de informação emitidos por qualquer outra razão.

Estes PI's, são os principais responsáveis por atrasos, desentendimentos, ambiguidades, conflitos ou reclamações, que reduzem inevitavelmente a eficiência do processo construtivo bem como a qualidade final da construção. São várias as causas de pedidos de informação, de entre as quais se destacam, a informação contraditória, incorrecta, insuficiente e a questionável [3].

Aquando de um investimento, o que se pretende é: garantia de qualidade, rigor orçamental e cumprimento de prazos.

Convém salientar que a revisão de um projecto não significa ter de o refazer, mas sim verificar se os pressupostos iniciais foram contemplados, se existem lacunas nos cálculos e se a sua tradução para obra não tem deficiências/omissões.

A revisão de um projecto, deve iniciar-se a montante do projecto de execução, pois só assim se assegura a compatibilidade dos projectos, pois esta mostra-se fundamental para a qualidade da solução global bem como para o bom desenrolar dos trabalhos.

Este tema será visto por muitos como mais uma burocracia a somar à elaboração do processo de concurso, mas se pensarmos que esta tarefa pode economizar tempo e dinheiro no acto da construção, talvez se chegue à conclusão que mais vale dedicar umas horas a fazê-la, do que ignorá-la e perder tempo a elaborar “relatórios”, a esclarecer dúvidas e proceder a alterações inesperadas.

Convém lembrar que, o projectista está obrigado a fornecer todos os elementos necessários para a execução da obra, assim como prestar esclarecimentos quando solicitados.

## **2.2. VANTAGENS DA SUA ELABORAÇÃO**

Quando se pretende construir um edifício, o que menos se espera é uma solução inadequada, ou seja, uma solução que não satisfaça o pedido/desejo do dono de obra.

A R.P., mostra-se útil e indispensável para o ciclo de vida de um edifício. É importante, como se disse anteriormente que esta etapa seja inculcada na fase posterior à elaboração do projecto, já que no início são tomadas decisões que podem comprometer a qualidade e a funcionalidade do mesmo.

Um empreendimento, trata-se de algo muito complexo, pois envolve muitas especialidades, muitos técnicos, obedece a vários regulamentos e passa por diversas fases até se dar por concluído.

Com a introdução desta etapa, no final da fase de elaboração do projecto, (antes de seguir para obra), será possível garantir que o projecto cumpre o prescrito nos regulamentos em vigor, que as peças desenhadas no que toca aos pormenores estão claras e com toda a informação, o que é crucial, visto que são estas as mais consultadas pelo construtor.

Um projecto que possua graves deficiências que não sejam detectadas atempadamente, pode originar um grave aumento dos custos, (tanto no período da construção propriamente dita como a longo prazo, ou seja, na manutenção do edifício), pode pôr em causa a segurança estrutural do edifício e criar condições favoráveis para a manifestação de patologias futuras a curto e longo prazo.

O facto das novas tecnologias terem evoluído não significa que os projectos, de estruturas principalmente, tenham melhorado. O que normalmente acontece é que os programas de cálculo automático são usados e os técnicos que não têm a preocupação de os estudar/explorar com dedicação acabam por introduzir valores reais, mas não têm a preocupação de alterar os que vêm pré-definidos de origem. Resultado, temos soluções absurdas, ou eventualmente plausíveis mas não adequadas à situação. Da problemática descrita resultam variadas anomalias associadas à falta de qualidade do projecto.

Não é típico do profissional de construção português examinar o seu trabalho, identificando as falhas, para as evitar, nem filtrar os sucessos para os repetir ou incrementar de forma consciente. Com esta prática implementada, os técnicos desta área iriam sentir necessidade de se auto disciplinarem, catalogando os conhecimentos adquiridos nos diferentes processos. Esta filosofia ia ajudar a melhorar o sector da construção, porque as experiências adquiridas poderiam ser partilhadas entre os profissionais.

Algumas das anomalias ou deficiências que podem ter origem no incorrecto uso dos programas de cálculo automático são: [2]



- *Corrosão das armaduras dos elementos de betão armado* – Devido ao recobrimento insuficiente das armaduras, à incorrecta consideração das condições de exposição ambientais e à composição do betão;
- *Fendilhação e Deformações excessivas dos elementos estruturais* – Deficiente consideração das acções, sua incorrecta quantificação e modelos de análise e/ou dimensionamento inapropriados;
- *Segregação do betão* – mau dimensionamento, excesso de armadura.
- *Entupimento de esgotos* – dimensionamento inadequado das tubagens.

A existência destas anomalias vai conduzir a uma curta durabilidade da construção, ou seja, vai ser necessária uma intervenção de manutenção precoce, realidade que pode ser alterada se a revisão do projecto for realizada.

Anteriormente foram mencionadas falhas associadas à estrutura propriamente dita, mas convém destacar que este processo não deve incidir só sobre os aspectos estruturais. A durabilidade, a segurança, a qualidade do ar interior, o impacto ambiental, o conforto térmico, a acústica do edifício, as redes de abastecimento de água, assim como rede de esgotos, infra-estruturas e segurança dos utilizadores são áreas que a revisão pode actuar, sendo que nestas também existem falhas graves por vezes detectáveis tarde de mais.

Enquanto este processo não for efectivamente instaurado, vamos assistir a um desenrolar de situações que podiam ser evitadas aquando do seu nascimento.

### **2.3. ESTADO DA REVISÃO DE PROJECTOS EM PORTUGAL**

Neste momento a sociedade já se consciencializou do quanto a qualidade é importante no sector da construção, pois esta reflecte-se no produto final, na utilização dos edifícios e na sua futura manutenção.

Foram feitos grandes esforços neste sentido, como por exemplo, a criação de departamentos de qualidade nas empresas de construção que têm como função dar formação aos colaboradores da empresa, fazer registos de qualidade da obra e avaliar os fornecedores de serviços através de um inquérito anual sobre a respectiva empresa, desta forma conseguem-se seleccionar as melhores na prestação de serviços, para futura contratação.

O facto é que a qualidade apesar de ter sido implementada em obra, não foi correctamente implementada na fase de projecto. Vários estudos têm demonstrado que a fase de projecto é responsável por grande parte de situações de não qualidade, seja pela opção de materiais não adequados para o efeito, seja pela ineficácia das soluções propostas [4].

Normalmente a escolha de materiais, assim como as soluções construtivas, requerem um estudo aprofundado da situação, o que na maior parte das situações não é feito por falta de tempo ou até mesmo porque se opta pelos mesmos materiais de situações que se pensam ser semelhantes. A ineficácia das soluções propostas deve-se ao facto de por vezes não existir um técnico especialista em física das construções na equipa de projecto.

Em Portugal a Revisão de Projectos, tem vindo a ser feita em projectos complexos sobretudo de obras públicas, sendo que nos projectos privados de edifícios correntes isso não se verifica [5].

Nas obras públicas importa fazer a revisão de projecto, pois pretende-se que a obra seja duradoura e como vai ser sempre da mesma entidade, esta é que vai ser responsável pela sua manutenção futura.

Já no sector privado não há preocupação com os gastos que o proprietário terá no futuro, neste sector dá-se muito valor à aparência do produto, deixando-se para segundo plano a qualidade das instalações técnicas (rede de abastecimento de água, esgotos, pluviais, ventilação), estruturas e segurança, entre outros aspectos importantes [1].

Neste momento como não há nenhuma entidade nomeada para executar esta tarefa em obras privadas, o ideal era que as câmaras o fizessem, já que são a entidade responsável pela aprovação dos projectos de construção. A realidade é que a lei só as “obriga” a juntar os processos, acompanhados de declarações de conformidade.

É de salientar que no caso de obras públicas, a revisão de projectos tem sido desenvolvido pela Associação de Projectistas de Vias e Pontes (APVP) [2].

## **2.4. ESTADO DA REVISÃO DE PROJECTOS NO ESTRANGEIRO**

Nos países mais desenvolvidos esta prática já se encontra bastante expandida, pois já é procedimento corrente. Em alguns países já foram desenvolvidos programas informáticos para ser efectuada a revisão.

Tem havido um grande esforço na estruturação de códigos da construção de forma a serem susceptíveis de interpretação e aplicação à informática.

A verificação informatizada dos projectos não modifica um projecto, apenas o avalia. Convém salientar que para a realização desta tarefa, as peças desenhadas devem obedecer a determinados critérios universais de “layout”, para que a verificação seja uniforme a todos os projectos.

Com o objectivo de enquadrar a experiência já adquirida com a revisão de projectos no estrangeiro, são de seguida apresentados alguns resumos de artigos publicados em jornais, revistas científicas e boletins informativos de associações, para de alguma forma se ilustrar melhor esta realidade.

### **2.4.1. SISTEMA DE REVISÃO DE PROJECTOS BASEADO NUMA AGREGAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS ADQUIRIDAS [6]**

A revisão de projecto é crucial para que um projecto de um empreendimento obtenha sucesso na construção, esta etapa elimina os trabalhos a mais, os eventuais conflitos e é indispensável para assegurar um equilíbrio entre as diversas exigências dos projectos de especialidades. Daqui resulta uma diminuição do custo total do projecto.

Um relatório da Building and Economic Development Committee, declarou que mais de 50% dos problemas encontrados nas obras estavam relacionados com falta de informação, ou informação deficiente.

O presente artigo aborda uma forma para melhorar as revisões de projecto, com base em experiências adquiridas que podem ser usadas tanto na empresa, como partilhadas com a indústria em geral.

De acordo com um estudo realizado pela Federal Facilities Council (FFC) (Spilinger 2000), constatamos que a revisão de projectos pode ajudar a detectar problemas relacionados com:

- Erros e omissões;
- Identificar métodos inadequados de construção e materiais;
- Certificar a conformidade das normas, códigos, regulamentos e especificações;
- Aumentar a qualidade, viabilidade, exequibilidade e sustentabilidade do projecto;
- Reduzir os pedidos de alteração do projecto;

- Diminuir o número de pedidos de informação;
- Aquisição de conhecimentos que podem ser aplicados a outras fases do ciclo de vida do projecto e por fim,
- Melhorar a satisfação do cliente e a utilidade do mecanismo.

Com a realização deste estudo identificaram-se as 18 melhores práticas e tecnologias que podem ser usadas para fornecer uma adequada gestão e supervisão das revisões de projecto e concluiu-se que a revisão de projecto: reflecte-se numa economia de tempo e dinheiro durante o processo de construção; a equipa de revisão deve incluir todas as partes interessadas; há falta de um modelo para a execução da revisão e que os avanços das novas tecnologias fazem com que os processos de revisão progridam.

Com a concomitante preocupação em desenvolver um sistema de verificação de revisão de projecto o U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory desenvolveu o DrChecks e o sistema Corporate Lessons Learned (CLL). Estes recolhem experiências profissionais e ensinamentos em projectos de modo a incorporar esses dados em conhecimento corporativo, expressamente para o processo de revisão de projecto.

Basicamente o DrChecks é uma ferramenta on-line de análise da concepção que serve de apoio à revisão de projectos; facilita a comunicação entre os participantes; permite aos utilizadores visualizar, recuperar e armazenar informações digitalizadas de ou para o seu sistema on-line; os comentários podem ser escritos ou importados de arquivos, tendo a vantagem de poderem ser modificados caso se mostre necessário.

Neste sistema é possível promover o diálogo entre projectistas e revisores, pois existe uma base de informação com os contactos sobre as partes envolvidas e ainda cumula a vantagem de suportar diferentes formatos de documentação (por exemplo Word, Excel, JPEG). Com todas estas funcionalidades o sistema acaba por eliminar ou pelo menos diminuir as reuniões presenciais, já que consegue armazenar o histórico dos comentários e comunicações, resumindo todos os registos importantes num relatório instantâneo.

As CLL mostram-se importantes para esclarecer as exigências do cliente, estes ensinamentos podem ser educativos dentro das organizações melhorando assim o desempenho dos engenheiros recém-contratados e podem servir para rever processos do projecto, de modo que as lições aprendidas hoje não sejam aprendidas novamente amanhã.

Concluindo, o DrChecks fornece um quadro para um processo de revisão padronizada. Normalmente o intercâmbio de experiências pessoais e conhecimento ocorrem informalmente de boca em boca. Com DrChecks e CLL, a experiência pessoal directa pode ser reunida num banco de dados, enquanto o processo de revisão do projecto está em curso.

Lições aprendidas, histórias de sucesso e boas práticas de trabalho, podem ser facilmente identificadas pelos funcionários experientes e podem ser compartilhadas por toda a organização. DrChecks e CLL tentam tirar proveito da internet para facilitar a gestão do processo de revisão do projecto, recolha e reutilização de ensinamento aprendidos.

**Submit New, Part 1 of 3** [HELP](#)

Select from each of the three categories that best match your new submission.

**1. General Project Categories:**

Category Code:

Client:

Location:

**2. Lesson Categories:**

Discipline\*:

Spec Section:

**3. Describe Lessons Learned Effects:**

Reason:  Error  Omission  Coordination

Topic\*:  Functional Design  Technical Design  Construction  
 Operations

Effects:  Cost  Time  Quality  Scope

Fig. 1 - Adição de uma nova experiência no programa.

**90% Review (102 total)** Start: 15-Dec-99 End: 15-Feb-00

Discipline	Comments			Designer's Actions				Backcheck	
	Total	Withdrawn	Pending	Concur	Check Info	NonConcur	Close d	Open	
Architectural	58	-	47	1	2	2	6	-	3
Building Design & Engineering	3	1	2	-	-	-	-	-	-
Civil	21	-	16	2	1	-	2	-	-
Construction Security	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Cost Estimator	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Electrical	3	-	2	-	-	-	1	1	-
Fire Protection	2	-	1	-	-	-	1	-	1
General	2	-	1	-	-	-	1	-	-
Geotechnical	2	-	1	-	-	-	1	-	1
Mechanical	6	-	4	-	-	-	2	-	1
Other	2	-	2	-	-	-	-	-	-
Structural	1	-	1	-	-	-	-	-	-

PM Attention: Impact Scope: 6, Impact Cost: 6, Impact Schedule: 2  
 Required: 6, 6, 2

Manager Reports: [All Comments](#) [Not Concurred](#) [Reviewer Summary](#)  
[Detailed Comment Form](#) [Reviewers' Comment](#)

**Concept Review (66 total)** Start: 10-Oct-99 End: 01-Dec-99

Discipline	Comments	Designer's Actions	Backcheck
------------	----------	--------------------	-----------

Fig. 2 - Relatório instantâneo para o gestor do projecto.

2.4.2. VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE PROJECTOS DE EDIFÍCIOS BASEADA EM REGRAS [7]

Continuamente surgem novos critérios na arquitectura, que vão desde códigos de construção e segurança às técnicas de fabrico e montagem. Até recentemente a única forma de lidar com este complexo e crescente corpo de conhecimento, eram os processos de revisão organizacionais. Alguns critérios envolvem análises informáticas (estruturas, por exemplo), mas ainda assim, os detalhes de

factores de segurança e interpretação dos resultados tem sido um compromisso manual, centrado nas pessoas.

A aplicação informática BIM (Building Information Modeling), que traduzido à letra para português significa Modelo de Informação para a Construção, é um modelo tridimensional com informação complementar associada a cada componente do produto de construção (especifica a sua função e identifica-o).

A verificação automatizada aqui é que definida como um software que não modifica um projecto de construção, mas avalia-o em função da configuração dos objectos, suas relações ou atributos.

Até agora todos os esforços empregues para automatizar a revisão de projectos são baseados no código da construção e acessibilidade. Como o plano de verificação é uma tarefa dispendiosa, as revisões automatizadas têm o potencial para economizar tempo e custos.

A única representação do modelo neutro de verificação de um edifício é a IFC (Industry Foundation Classes), formato originalmente desenvolvido pela aliança internacional em 1995, por profissionais americanos e europeus ligados à arquitectura, engenharia e à construção, que juntamente com os fornecedores de software tinham o objectivo de promover a troca de informação dentro do sector da construção.

Tem havido um grande interesse em estruturar códigos da construção, passíveis de interpretação e aplicação. O esforço inicial teve início em Singapura em 1995, que passaram a considerar a verificação de códigos em desenhos a 2D. Este sistema evoluiu e em 1998, começou o CORONET que trabalha com modelos de construção da IFC. Esforços mais recentes foram iniciados na Noruega e na Austrália. O SmartCODES nasceu nos EUA.

Este trabalho de investigação analisa cinco esforços para automatizar as regras de revisão de projectos de edifícios, concentrando-se na revisão dos códigos da construção. Estes são o CORONET, o projecto HITOS (desenvolvido na Noruega), o esforço desenvolvido por parte da AUSTRALIAN BUILDING CODES BOARD, o INTERNATIONAL CODE COUNCIL (desenvolvido nos EUA).

Como as regras e os regulamentos são definidos, lidos e aplicados por pessoas, esta prática leva a abordagens incompletas ou até mesmo contraditórias. O desenvolvimento de sistemas baseados em regras para a construção de modelos de exploração começou no final dos anos 80. Na década de 90 o desenvolvimento da IFC levou ao início da pesquisa para a utilização desse modelo/esquema de construção para a construção do código de verificação.

A verificação das regras pode ser estruturada em quatro etapas, são elas:

- i. A interpretação da regulamentação, a estruturação lógica da regra e sua aplicação – fase em que o programador interpreta as regras escritas e as traduz para linguagem de computador;
- ii. Preparação do modelo da construção, - fase onde são introduzidas todas as informações necessárias para a verificação da construção;
- iii. A fase de execução da verificação – esta fase reúne no modelo de construção todas as informações necessárias à sua construção.
- iv. Notificação dos resultados – fase onde nos é dada a informação de aprovação ou reprovação do edifício. O relatório é escrito, menciona a regra violada e o local onde ocorreu essa violação. Estes podem ser auxiliados por elementos gráficos, para assim ilustrarem melhor a falha.

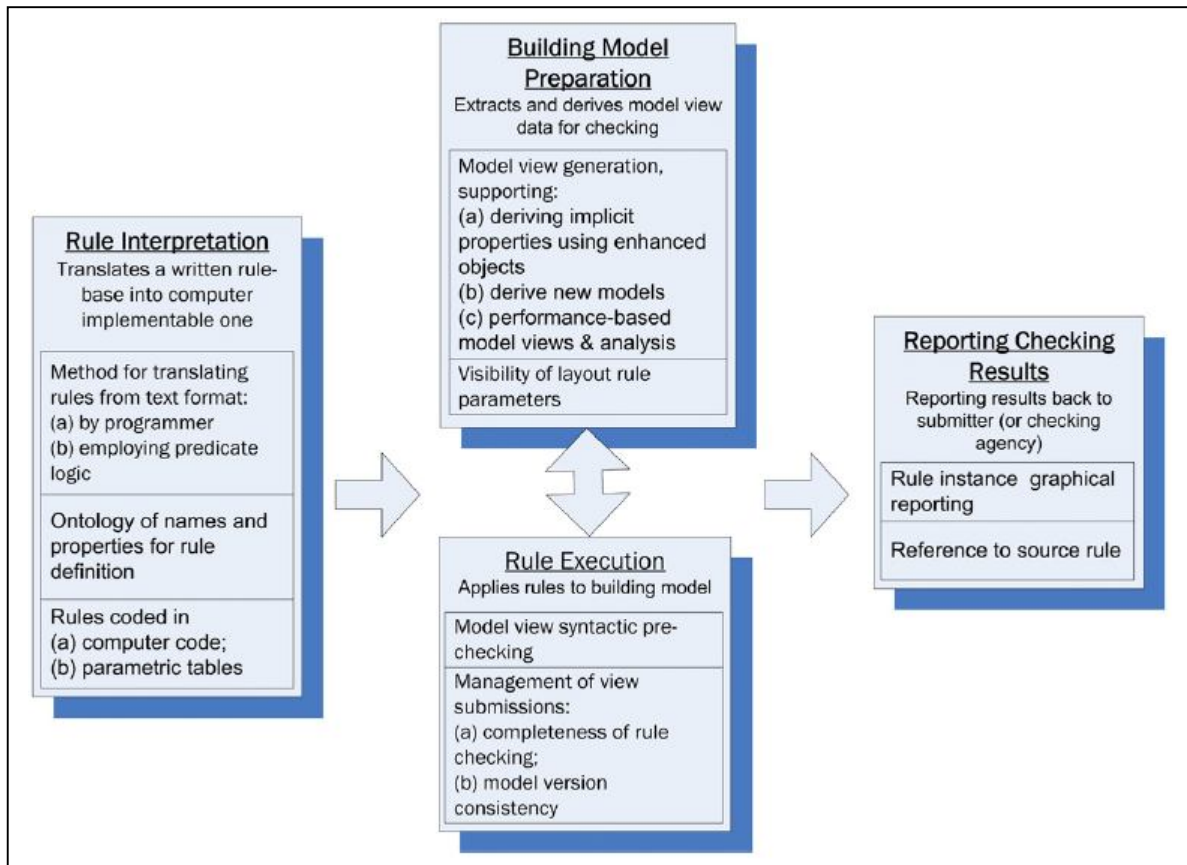


Fig. 3 - Classes de funcionalidade que devem existir num sistema de verificação.

Apesar da investigação e do desenvolvimento de sistemas baseados em regras para a construção já se ter iniciado à duas décadas a tecnologia aplicável é ainda muito jovem, mas em constante evolução.

Existem quatro plataformas de software que foram desenvolvidas para a aplicação da norma de verificação, que são:

- Solibri Model Checker (SMC) – plataforma de aplicações baseada em Java, área de trabalho que lê um modelo IFC e mapas para uma estrutura interna de modo a facilitar o acesso e o processamento. Esta inclui uma variedade de funções (uma biblioteca de recursos para a pré-verificação de um modelo; visualização automática de revisão, para uso em relatórios; capacidade de verificação de acessibilidade, com base no código de acessibilidade ISO; verificação espacial; regulamento de incêndio; uma variedade de meios de comunicação).
- Jotne ED Model Checker (EDM): fornece um banco de dados do objecto e apoia o desenvolvimento da verificação de regras usando a linguagem EXPRESS, que é a linguagem em que o esquema do modelo IFC está escrito.
- Fornax: transporta objectos e regras de avaliação próprias, oferecendo modelos baseados em objectos bons.
- SMARTcodes: Uma nova plataforma para verificação de regras que foi desenvolvida pelo ICC (International Code Council). Esta fornece métodos de tradução das regras da linguagem escrita para o código de computador, usando um dicionário de termos específicos do domínio e métodos de mapeamento.

Os ensinamentos obtidos com a pesquisa efectuada, sobre os modelos de verificação baseados em regras de construção, são normalmente apresentados sob a forma de relatórios e apresentações em conferências. Salienta-se o facto de que todos os sistemas ainda se encontram em desenvolvimento. Neste momento existem dados sobre cinco sistemas de verificação, que passamos a apresentar individualmente:

#### **I. CORONET – Singapura**

Este projecto, foi a primeira produção do código de verificação, o seu desenvolvimento iniciou-se em 1995 em Singapura pelo Ministério de Desenvolvimento Nacional. É composto por três módulos para a fase de projecto: CORONET E-Submissão, CORONET E-PlanCheck e CORONET E-Info.

Aqui interessa-nos o E-PlanCheck. Ele comprometeu-se inicialmente a desenvolver trabalhos com desenhos electrónicos, mas em Setembro de 1998 passou a operar em dados do modelo IFC. O plano de controlo actualmente inclui regras sobre como lidar com o controle do edifício, o acesso livre de barreiras, o código de incêndio, saúde ambiental, família, habitação social e estacionamento de veículos. O módulo do serviço do edifício, inclui normas sobre: sistemas eléctricos, alarme de incêndio, sistema de extintores de incêndio, sistema dos principais hidrantes de incêndio, ventilação, sanitários, sanitários e sistema de drenagem, drenagens superficiais, sistema de instalação de gás e de água.

O plano de verificação (E-PlanCheck), tem capacidade para relatar os resultados de verificação através de um website. Este sistema está a ser usado de forma produtiva por muitos profissionais da área, na apresentação de planos de verificação para o governo de Singapura.

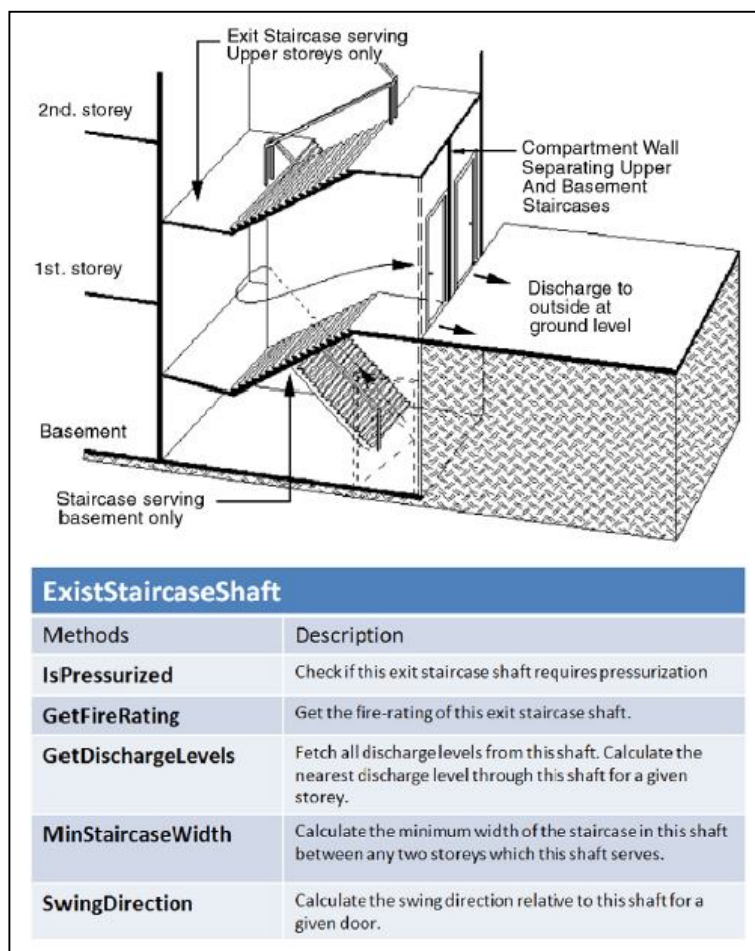


Fig. 4 - Um exemplo Fornax: avaliação da saída de emergência.

## II. Projecto HITOS - Noruega

Os países europeus têm explorado vários caminhos para tirar partido do BIM, no que diz respeito à verificação automatizada de projectos por meio de testes feitos com projectos específicos. O CORONET Singapura E-PlanCheck foi testado em ambos os grupos, no Selvaag Group's "Munkerud" que diz respeito a projectos de habitação onde se verificam as distâncias/alturas /tipo de utilização e no Akershus University Hospital (AHUS) que avalia as saídas de evacuação e regras aplicadas a este tipo de edifícios, os hospitais.

Estes foram os primeiros esforços realizados na Noruega, com projectos na Norwegian IFC baseados no BIM. A fim de apoiar a revisão de projectos têm sido desenvolvidas várias plataformas experimentalmente aprovadas: E-PlanCheck, SMC, dRofus, EDM modelo de servidor e Checker, etc. Devido ao projecto Norueguês, os sistemas de verificação têm sido desenvolvidos com base em projectos reais de construção utilizando múltiplas plataformas.

Na Noruega foi estudado um projecto BIM representativo, denominado de Hitos, neste foram avaliadas as necessidades dos espaços à custa da plataforma dRofus e da SMC.

Um dos objectivos do Statsbygg para o projecto é contribuir para aumentar as hipóteses de análises relacionadas com os temas (por exemplo no LCC, energia, meio ambiente, o fogo, a acústica, a disposição universal, tempo de vida útil do edifício, etc.) com base numa maior sensibilização/valor de informações de construção.



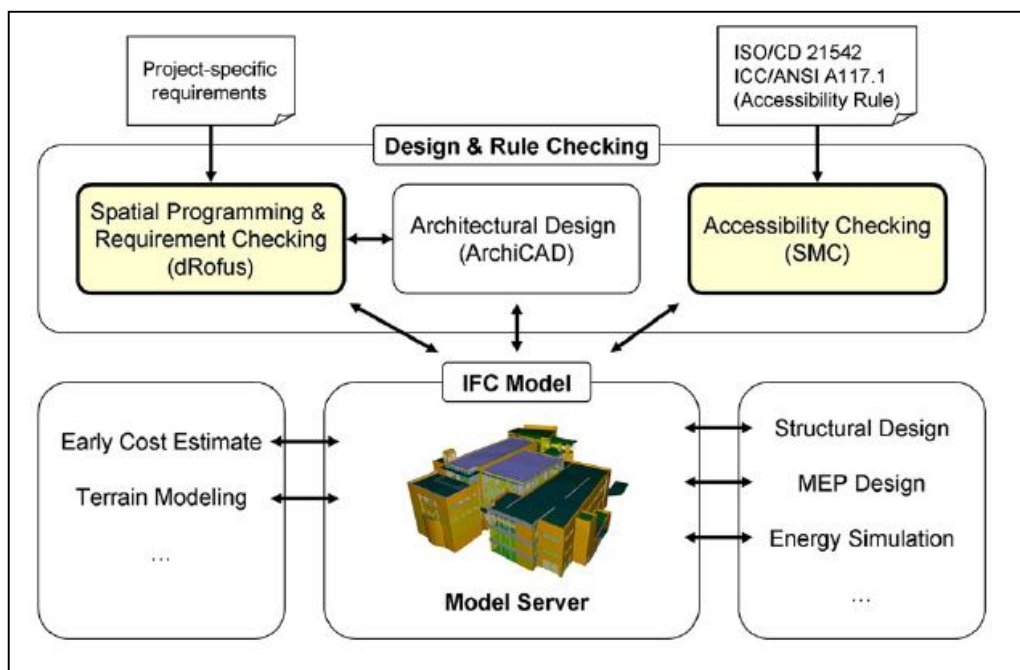


Fig. 5 - Esquema geral do processo de verificação usado no projecto HITOS.

O dRofus é um sistema de base de dados para a gestão de programas de arquitectura, requisitos técnicos e equipamentos de planeamento durante todo o projecto de construção. As acessibilidades do edifício são verificadas com recurso à plataforma SMC, as regras de acessibilidade são derivadas das normas em vigor e neste processo são avaliadas regras como por exemplo: círculo de viragem da cadeira de rodas, rampas, escadas e dimensões de portas.

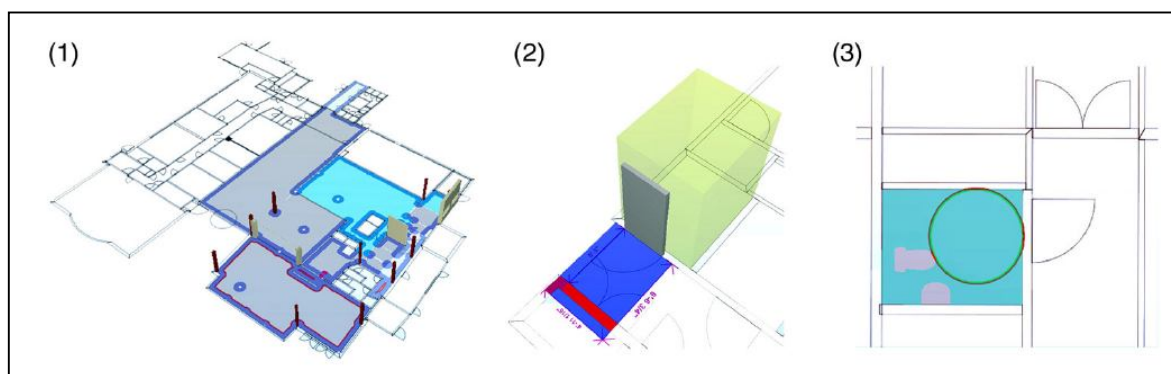


Fig. 6 - Exemplos de verificação de regras de acessibilidade e sua visualização no SMC em exemplos práticos:  
 1) Limites dos corredores de acesso; 2) Sobreposição dos raios de abertura de portas; 3) Área insuficiente para manobra da cadeira de rodas no WC.

A SMC suporta relatórios em formato de texto e gráficos em diversos formatos de arquivo de documentos. Pode também fornecer a severidade da violação da regra, classificando a violação em três níveis: crítico, moderado e baixo.

O Statsbygg constatou que a verificação do projecto baseada na base universal IFC, implementado pela Solibri poderá reduzir em 60-70% as falhas comuns e deficiências de projecto.

### III. Revisão de projecto na Austrália

O Centro Cooperativo de Pesquisas para a construção de Inovação na Austrália financiou um projecto que incluiu a Commonwealth Scientific Industrial Research Organization (CSIRO), da Universidade de Sydney, Building Commission Victoria, Australian Building Codes Board (ABCB) e Woods Bagot.

O Australian Building Codes Board (ABCB), mantém o Código de Construção da Austrália (BCA) actualizado.

O esforço de controlo do código australiano foi desenvolvido em duas etapas. Na primeira etapa do projecto, Express Data Manager (EDM) e Solibri ModelChecker (SMC) foram revistos em relação às funcionalidades de base necessárias para a verificação automática. A plataforma de EDM foi utilizada na segunda etapa do projecto no qual todas as cláusulas não-administrativas foram codificadas.

O protótipo EDM foi encontrado em ambiente de desenvolvimento mais flexível e aberto, pois este sistema EDM fornece uma linguagem acessível ao público. Entretanto, o conhecimento prático da regra e as capacidades de escrita da língua EXPRESS é limitado apenas a um pequeno grupo de pessoas que aprendem por conta própria a linguagem de programação.

O sistema de controlo do projecto actualmente suporta relatórios gráficos sem a forma geométrica dos objectos de construção, mas prevê alerta para os projectistas.

O sistema de relatório tem uma interface directa com o banco de dados do modelo de construção, fornece uma página de relatório interactivo e uma página de relatório para impressão amigável. A visualização em gráfico a 3D será futuramente integrada com a regra de verificação num sistema.

**design check**  
Automated Code Checking

**Design Check Report**  
Date: 21-10-2005  
Project: civic

CRC-CI

**AUSTRALIAN STANDARDS**  
AS 1428.1

**Check Results**

<b>Clause:</b>	<b>7_1c</b>
Object Type:	Revolving
Object Name:	RevolvingDoor_01
Space Name:	
Result:	NON_COMPLIANCE
Details:	Where revolving doors or turnstiles are installed, an alternative hinged or sliding door shall be provided
Checker Comment:	no comment
Designer Comment:	Non-compliance

**Check Results**

<b>Clause:</b>	<b>7_1d</b>
Object Type:	Threshold Ramp
Object Name:	All

Fig. 7 - Página de relatório para impressão.

#### IV. International Code Council (ICC)

O International Code Council (ICC) desenvolve o código de construção usado pelo mestre de jurisdições na América do Norte. Ele é usado para construir códigos para edifícios residenciais, comerciais e institucionais.

Em 2006, o ICC começou a apoiar o desenvolvimento de SMARTcodes, sendo que este concentra-se em automatizar e simplificar a verificação do código em conformidade com os códigos ICC.

O ICC SMARTcodes, é uma nova abordagem para o desenvolvimento de sistemas de controlo, tendo uma abordagem bastante abrangente sobre a verificação geral e sobre as tarefas de comunicação.

Os códigos de construção, são criados a partir da SMARTcodes builder, de uma forma rigorosa e formal que facilita a criação semi-automática de códigos processáveis por computador.

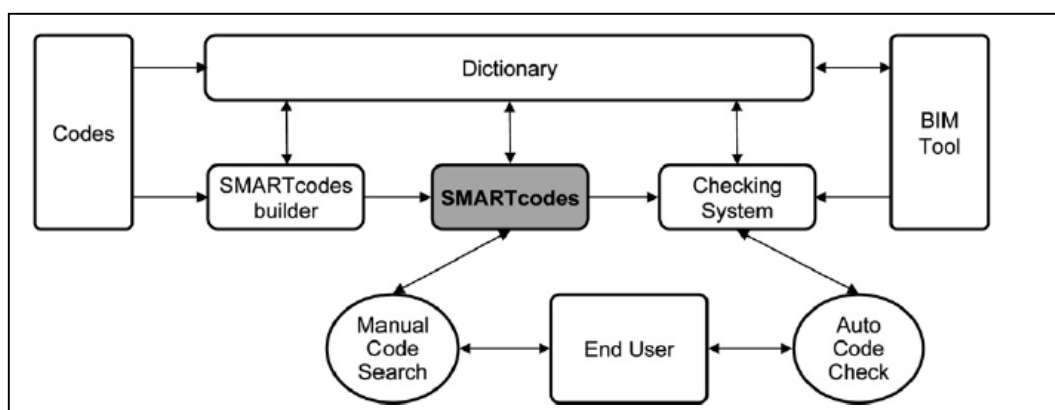


Fig. 8 - Esquema do sistema de verificação de modelos baseados no SMARTcodes.

Os resultados das análises de verificação da conformidade do código fornecem informações sobre os elementos de construção violados. O SMC aplica a MCS (Model Checking Software, *Modelo de Software de Verificação*) com a identificação, localização, propriedade, a forma geométrica do elemento de construção, e o motivo da não-conformidade é expresso.

O General Services Administration (GSA), *Administração de Serviços Gerais*, iniciou o Programa Nacional de 3D-4D-BIM, através de seu PBS Office of Chief Architect (OCA) em 2003. Eles deram início a seis projectos de demonstração BIM, dos quais dois estão associados com o desenvolvimento de instrumentos de avaliação.

O novo projecto de construção de GSA, segue um processo de desenvolvimento bastante tradicional, com vários estágios de conceito de projecto, desenvolvimento do projecto e documentos de construção.

A partir de 2007, todos os projectos que envolvam a construção de novos GSA são obrigados a apresentar dados BIM, permitindo assim a revisão e validação espacial do projecto. Apresentados os dados BIM o projecto é rapidamente analisado e submetido a revisão pela equipa de projecto GSA.

O GSA também financiou o desenvolvimento de um sistema de verificação de regras de circulação e segurança dos tribunais dos EUA, denominado de Design Assessment Tool (DAT), *Ferramenta de avaliação do projecto*, que foi desenvolvida pelo Georgia Institute of Technology. Para o

desenvolvimento da DAT, as regras de circulação e segurança foram extraídas do U.S. Courts Designs Guide (CDG) *Guia de Projectos dos Tribunais dos EUA*.

O Courts Design Guide foi analisado, verificado e codificado, para identificar as declarações que tratam da circulação. Foram identificadas 302 declarações, estas foram analisadas e agrupadas de acordo com condições semelhantes, em seguida foram traduzidas num conjunto de regras em linguagem de programação no DAT, que poderia resolver todos os problemas de circulação que foram identificados.

Os usuários finais podem definir um modelo de construção utilizando uma ferramenta de criação de acordo com o GSA Series Six BIM Guide for Circulation and Security Validation.

Nos modelos da IFC, a cada espaço está associada uma zona de segurança e um conjunto de propriedades definidas. Estes requisitos são implementados como um módulo de pré-verificação utilizando a tecnologia SMC onde os nomes do espaço, a atribuição de segurança e a conectividade de vias de circulação são pré-verificadas.

A aplicação dos requisitos de circulação envolve a dedução de um gráfico de circulação do edifício completo, identificando todos os espaços ocupados e a sua inter-conectividade, definido por paredes, portas, escadas, rampas, elevadores e fronteiras entre os espaços adjacentes (sem paredes de separação).

Dois tipos de gráfico são definidos: um representa as ligações entre elementos espaciais, (este gráfico é utilizado para verificar os caminhos de rota definidos com os parâmetros e regras de circulação); o outro representa as distâncias métricas reflectindo os caminhos do movimento humano dentro de um espaço, (este gráfico é utilizado para verificar a distância que se encontram os dois espaços e visualizar os resultados da análise da circulação).

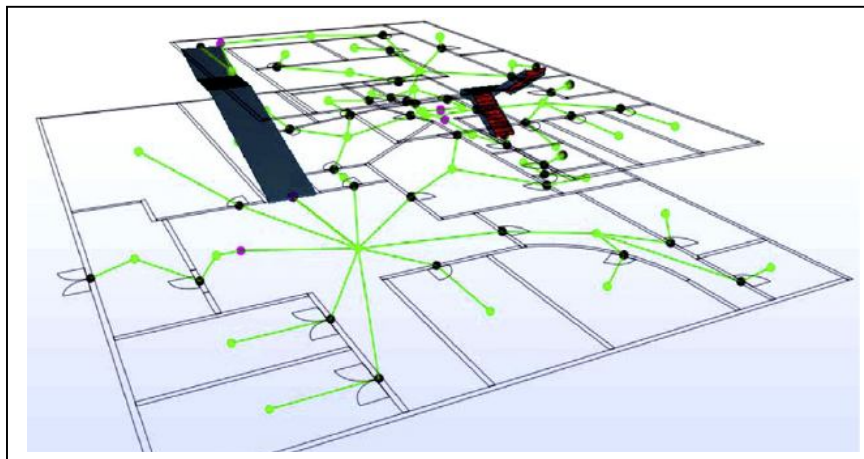


Fig. 9 - Gráfico de relatório onde mostra as ligações entre os espaços.

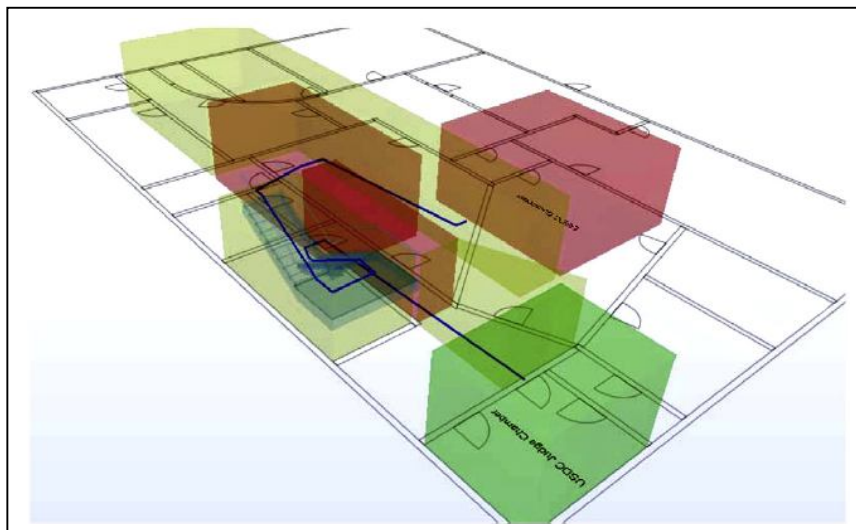


Fig. 10 - Visualização de uma rota de circulação violada.

Através do gráfico que representa a estrutura de circulação, o sistema de verificação e validação, pode avaliar se as vias de circulação entre os dois espaços do modelo de construção avaliados satisfazem os requisitos indicados.

Uma vez que a regra de verificação é realizada com base nos parâmetros de interpretação, que são derivados dos Courts Design Guide, as regras de circulação estão escritas numa linguagem natural e são fornecidas nos resultados finais da verificação.

As vias de circulação violadas, são visualizadas num gráfico onde é apresentada a rota entre o ponto de partida e o ponto de chegada. No sistema de controlo de circulação, o nível do piso, o nome do espaço e o número do ponto de partida e do ponto de chegada são fornecidos, de modo que a descrição textual permita aos arquitectos (usuários finais) reconhecer as regras de circulação violadas.

O DAT tem sido aplicada a vários projectos de tribunais dos EUA, a sua operação é cerca de 90% automatizada.

#### 2.4.3. MÉTODOS RÁPIDOS PARA ENCONTRAR ERROS NA ANÁLISE ESTRUTURAL E NOS RESULTADOS FINAIS [8]

Todos os dias cometemos erros, o difícil é encontra-lo. Este tema foi objecto de investigação através de entrevistas a engenheiros de estruturas experientes, com o objectivo de saber como é que estes profissionais fazem para encontrar o erro. Este artigo resume o resultado das entrevistas identificando dez “formas” rápidas de verificação para encontrar o erro.

O “erro” define-se como sendo algo diferente do que pretendíamos. Com esta definição podemos agrupar os erros em quatro categorias que são: idealização da estrutura real (estes erros tendem a ser pouco relevantes, sem grande impacto); pressupostos associados ao método de análise ou ao dimensionamento (por exemplo o uso de fórmulas associadas ao esforço transversal, baseadas em testes de laboratório); erros de arredondamento (quer sejam cálculos feitos em computador ou à mão) e erros humanos (inclui erros não intencionais ou erros não previstos). É de salientar que as normas só contabilizam os três primeiros erros, não contabilizam os erros humanos, já que são da

responsabilidade do projectista, este tem de assegurar que os seus erros (humanos) não comprometem a segurança nem o desempenho da estrutura.

Com os resultados das entrevistas o autor do estudo resumiu numa lista as dez questões que podem auxiliar os engenheiros a encontrar os erros nos projectos, são elas:

1. A deformada do edifício está de acordo com o esperado?
2. Os diagramas de momentos estão de acordo com o que se esperava obter?
3. O edifício é o que se previa?
4. O esforço obtido na base está de acordo com as cargas aplicadas?
5. As vigas flectem mais do que é permitido?
6. A maioria das vigas são do mesmo tamanho, porque é que as outras não o são?
7. A profundidade da viga está de acordo com as regras estabelecidas em regulamento?
8. A estrutura é composta por ligações que permitem que as acções a que o edifício irá estar sujeito, sejam elas horizontais ou verticais, sejam absorvidas pela fundação?
9. Os detalhes de ligação estão de acordo com as hipóteses consideradas na análise?
10. As dimensões dos elementos estruturais são semelhantes a elementos de projectos semelhantes?

Contudo, nem todos os erros são detectados através de experiências anteriores. Estratégias baseadas em comparações, a regra do polegar e a visualização são usadas diariamente por engenheiros estruturais experientes para detectarem erros. Até os engenheiros juniores podem usar essas estratégias, já que estas podem ser ensinadas durante a formação académica.

Estas questões são um ponto de partida, para que com a sua aplicação se consigam detectar alguns erros presentes em projectos estruturais.

#### 2.4.4. ORIENTAÇÕES PARA A VERIFICAÇÃO DA CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE EDIFÍCIOS [9]

A Institution of Structural Engineers, entidade que acredita os engenheiros em Londres, tem associada a Structural Engineers Registration, Ltd que pública certos boletins técnicos sobre estruturas. O boletim nº2 de Junho de 2006, tem como conteúdo orientações para a revisão da concepção estrutural de edifícios. O mesmo foi preparado com o objectivo de indicar os projectos que um engenheiro revisor reconhecido pode verificar, quando este também foi o seu autor, sendo que também fornece orientações sobre como verificar o trabalho realizado por outros profissionais.

Entende-se por engenheiro revisor, a pessoa responsável por garantir que todos os aspectos do projecto de estruturas, satisfazem as exigências estabelecidas nas leis da construção. A certificadora é a entidade que determina o nível adequado de controlo a exercer sobre o respectivo projecto.

Estudos realizados na Europa e no EUA, concluíram que entre 25% a 35% das falhas na construção podiam ser atribuídas a erros de projecto, estes erros podiam ter várias origens como falta de experiência do projectista, falha de comunicação, inibições contratuais, entre outras.

Apesar dos códigos de projectos estruturais, tornarem claro que a responsabilidade pela concepção global deverá ser assumida por um único projectista, estes mesmos códigos não são obrigatórios à luz da regulamentação da construção. A preocupação em relação a este problema foi resolvida com a criação de um regime de certificadoras que têm responsabilidades específicas na supervisão dos projectos, garantindo que os cálculos estruturais estão correctos.

A verificação dos projectos, é realizada de acordo com a complexidade do projecto em questão e por um ou mais indivíduos, dependendo do nível de risco em que o edifício se encontra identificado. A

norma EN 1990 [10], que estabelece os princípios e requisitos para a manutenção da segurança e durabilidade das estruturas, foi a base para a obtenção dos quatro níveis de revisão dos projectos. São eles o Self Check (Auto Revisão), o Simple Check (Revisão Simplificada), a Intermediate Check (Revisão Intermédia) e a Extended Check (Revisão Extensa).

Com esta distinção entre os níveis de revisão, entende-se que os projectos são de complexidades bem distintas. Na Auto Revisão, o projectista é o revisor, este pode verificar os seus cálculos, já na Revisão Simplificada o projecto será sujeito a uma revisão por profissionais que não tenham estado envolvidos na elaboração dos cálculos de concepção, na Revisão Intermédia a verificação dos cálculos é mais detalhada do que a na Revisão Simplificada, esta pode ser feita por técnicos da equipa mas que não tenham estado envolvidos na elaboração dos cálculos, por fim temos a Revisão Extensa tratando-se de uma verificação muito detalhada, em que as peças desenhadas também são objecto de revisão, esta é elaborada por um profissional ou por uma equipa que não tenha tido qualquer ligação com a elaboração do projecto.

Nunca é demais salientar, que nem todos os projectos necessitam de se submeter ao mesmo nível de verificação, pois esta decisão tem em conta factores como a complexidade do projecto, a experiência da equipa, as consequências das eventuais falhas, tanto na vertente económica como em aspectos relativos à segurança dos utilizadores.

Para que em caso de eventual falha, não resultem consequências muito graves, foram criadas três classes de risco, baixo, médio e alto. Cada uma destas classes tem em atenção o número de pessoas que podem ser afectadas e a localização dos edifícios, assim como os danos que as falhas podem originar, em termos económicos, sociais ou ambientais.

Dependendo do nível de revisão e da classificação do risco associado, encontram-se sintetizados os pontos fulcrais no âmbito da verificação estrutural do projecto.

Desde já deixa-se a referência, que o documento original deste texto, servirá de ponto de partida para o modelo que será apresentado no 4ºCapítulo deste trabalho.

## **2.5. ÉTICA E DEONTOLOGIA PROFISSIONAL - FUNÇÕES DO REVISOR DO PROJECTO**

A *Ética* diz respeito à dimensão pessoal de qualquer acção humana, ao modo como a acção emerge da natureza interna do ser humano, [11] esta não estabelece princípios ou regras, dedica-se a uma reflexão sobre a acção humana e as regras humanas que a sustentam, procurando justificativas para a definição do que é correcto e do que não o é [12]. Finalmente a *Deontologia*, abraça a *Ética* e a *Moralidade* e fixa os deveres e responsabilidades requeridos por um determinado ambiente profissional [11].

O revisor de um projecto deve detectar erros e/ou omissões, ou até mesmo incompatibilidades entre os elementos que constituem o projecto e deve ser crítico perante as soluções apresentadas.

O profissional deve respeitar os procedimentos implementados neste processo, sendo que todos os erros, omissões e apresentação de propostas alternativas devem ser devidamente justificadas, (num relatório), para que a sua veracidade não seja colocada em causa.

O entendimento entre as partes envolvidas, deve ser saudável, pois só assim se evitam conflitos e é possível estabelecer o diálogo necessário entre os técnicos. O revisor deve ser humilde e aberto a diferentes propostas apresentadas.

Devem ser de todo evitados os conflitos de interesses, pois daí podem resultar sobrecustos para o dono da obra.

## **2.6. EM SÍNTESE**

Recapitulando, a revisão procurará encontrar possíveis omissões e incompatibilidades entre peças escritas e desenhadas ou até mesmo entre as várias plantas serão analisados os prazos e o planeamento, verificação de cálculos, medições e orçamento.

A revisão deverá ser elaborada ao nível de todas as especialidades presentes no projecto, incidindo sobre as peças desenhadas, memória descritiva e justificativa e notas de cálculo.

As empresas que tenham o objectivo de se dedicarem a esta actividade devem possuir um corpo técnico experiente, abrangendo todas as especialidades envolvidas em projectos e caso se mostre necessário devem ser apoiadas por um grupo de consultores.



# 3

## DEFICIÊNCIAS

### 3.1. DEFICIÊNCIAS PROVENIENTES DE PROJECTO

O sector da construção com toda a evolução que já sofreu ao longo dos tempos, ainda não interiorizou o quanto é importante listar os erros cometidos para não os repetir. Assim como não enuncia numa base de dados os ensinamentos e experiências positivas que adquire com a execução de certos projectos, para que num futuro próximo se possam usar essas soluções.

O método de como são elaborados os projectos em Portugal, leva à repetição dos mesmos erros em obra, este facto acarreta acréscimos nos custos, derrapagens nos prazos e quando o caso se mostra grave leva à execução de um projecto de alteração.

São muitas as falhas cometidas pelo dono da obra na preparação dos elementos essenciais para fornecer aos projectistas, umas vezes por ignorância, outras até para economizar algum dinheiro.

Para melhor ilustrar o fenómeno das deficiências provenientes da fase de projecto, será feito um breve apanhado dos erros mais comuns [13] e com a ilustração de algumas das suas consequências quando estes não são corrigidos atempadamente.

#### 3.1.1. INFORMAÇÃO SOBRE O TERRENO

A falta de informação sobre o terreno onde será construído um edifício, é uma falha que se mostra importante, pois envolve muitas tarefas que poderão ter de sofrer alterações futuras. Salienta-se por exemplo a consulta das plantas cadastrais que por vezes se mostram desactualizadas. No início do processo temos de nos informar sobre as infra-estruturas existentes na periferia do terreno da construção, este estudo é feito com base na consulta das plantas cadastrais fornecidas pela câmara municipal, mas se estas se mostrarem desactualizadas as ligações das canalizações previstas em projecto, ou seja, as decisões iniciais iram sofrer alterações nas redes. Outro caso que podemos salientar, são os levantamentos topográficos incorrectos, esta falha é gravíssima, pois este levantamento é crucial para a implantação do edifício.

Para melhor elucidar a falta de informação nesta área, passamos a apresentar uma tabela onde sintetizamos as falhas mais usuais no dia-a-dia da construção.

Tabela 3.1 – Falta de informação sobre o terreno

Item	Falhas detectadas
Informação sobre o terreno	Falta de informação actualizada sobre o estado do terreno a intervir;
	Plantas cadastrais desactualizadas;
	Falta de rigor na definição da área do lote ou do prédio;
	Indefinição sobre a designação e/ou identificação definitiva do edifício ou conjunto de edifícios a serem projectados de acordo com o licenciamento;
	Inexistência da descrição da propriedade horizontal;
	Levantamentos topográficos ou fornecimento de levantamentos desactualizados, incorrectos, ou com discrepância entre as cotas de referência do projecto e as cotas reais do terreno;
	Sondagens ao terreno (em alguns casos) são mal executadas, com furos demasiado distanciados.
	A omissão das cotas das fundações e a indefinição ou ausência do projecto de estabilidade de taludes por vezes são ignoradas.

### 3.1.2. PROJECTO

O objectivo principal a alcançar quando se está a projectar um edifício, consiste em encontrar a melhor solução que cumpra com os requisitos a que a edificação se destina. Esses requisitos são: exigências funcionais, condições de resistência e segurança, estética, limitações económicas e por fim mas não menos importantes, a coordenação de todos os projectos de especialidades envolvidos no edifício.

O desenvolvimento de um projecto envolve várias especialidades, elaboradas por técnicos qualificados para o efeito, entre estes profissionais deve existir diálogo e troca de informação, para que o resultado evolua num bom sentido.

Na tabela 3.2 são apresentadas as falhas detectadas, provenientes da fase de elaboração do projecto. Ao observarmos a síntese de actividades que apresentam falhas concluímos que, praticamente todas as actividades envolvidas no processo construtivo, que vão desde o movimento de terras, fundações, superestrutura, alvenarias, coberturas, redes de instalações, entre outras, apresentam falhas. Isto mostra que o processo de elaboração de um projecto tem de evoluir/amadurecer de modo a minimizar o aparecimento destas. A presença de algumas das falhas abaixo mencionadas, podem mostrar-se graves no futuro da construção, manifestando-se através de patologias complicadas de resolver.

A correcção destas falhas no decorrer da utilização do edifício, conduz a um gasto monetário importante assim como a intervenções inconvenientes, por vezes complicadas de gerir, pois podemos estar perante um hospital, por exemplo.

As falhas são fruto, na maior parte dos casos, da falta de compatibilização de projectos de especialidades, pormenorização inexistente ou deficiente dos elementos estruturais e prescrição de materiais inadequada.

Tabela 3.2 – Falta de informação sobre o projecto

Actividade	Falhas detectadas
Movimento de terras	<p>A quantificação exacta do volume de terras por vezes não é conseguida devido à falta de rigor no levantamento topográfico do terreno;</p> <p>Não compatibilização entre as medições do mapa respectivo e o definido no projecto de escavações;</p> <p>Indefinição quanto às características e natureza do terreno;</p> <p>Indefinição quanto aos critérios de medição;</p> <p>Falta de definição das plataformas de trabalho e dos trabalhos necessários para a sua estabilização;</p> <p>Desvios significativos entre as medições dos movimentos reais de terra, características e quantidades previstas no mapa de medições dos projectos.</p>
Fundações	<p>Não compatibilização entre os projectos de fundações e o das redes enterradas;</p> <p>Não definição da tensão característica do solo compatível com as sondagens e cálculos;</p> <p>Omissão quanto às opções construtivas nas estruturas enterradas;</p> <p>Desconhecimento do levantamento topográfico do terreno, do estudo geotécnico e do cadastro do subsolo, originando a incorrecta concepção do tipo de fundação, seja ela directa ou indirecta;</p> <p>Desconhecimento das características das fundações dos edifícios vizinhos provocando, em obra, alterações significativas nas fundações previstas;</p> <p>Falta de metodologia e sistematização das medições, sobretudo, quando se trata de fundações indirectas.</p>
Estruturas enterradas	<p>Falta de compatibilização, em projecto das redes de esgotos, de águas, de gás, de electricidade, de ventilação e de incêndios;</p> <p>Incorrecto dimensionamento das estacas;</p> <p>Reduzido pé-direito das caves, nomeadamente na 1ª cave, dificultando a colocação de condutas de ventilação e de outras instalações assim como o acesso de veículos com maior altura;</p> <p>Falta de compatibilização da implementação da estrutura, nomeadamente dos pilares, com a distância necessária para os lugares de estacionamento;</p> <p>Não implantação da estrutura no projecto de arquitectura;</p> <p>Não indicação dos negativos necessários para a passagem das redes de instalações técnicas;</p> <p>Não indicação das cotas altimétricas das lajes;</p> <p>Indefinição quanto às opções sobre as lajes de fundo, nomeadamente no que diz respeito à sua impermeabilização, condicionadas pelo nível freático;</p>

Estruturas enterradas	Falta de definição da drenagem do poço dos elevadores; Indefinição do sistema de ventilação das arrecadações e do tipo de acabamento dos pisos enterrados.
Estruturas acima do solo	Falta a coordenação entre os projectos de estruturas e de arquitectura; Falta de previsão de execução de aberturas para a desenfumagem, em paredes de betão armado, no topo das caixas de escadas; Alturas de vigas não compatíveis com a abertura de vãos a alturas normalizadas; Falta de definição do tipo de juntas de dilatação e respectivo material de preenchimento; Falta de metodologia e sistematização dos critérios de medição; Ausência de especificações rigorosas nas medições do betão armado, nomeadamente de cofragens especiais destinadas à betonagem de peças com superfície de betão a vista; Ausência de especificações rigorosas, no que diz respeito às estruturas metálicas; Nas lajes falha muito a previsão de enchimento nas lajes com altura suficiente para a passagem das instalações e eventuais cruzamentos de tubagens; Falta de coordenação entre projectos no que diz respeito à escolha dos locais mais adequados para a passagem da tubagem, podendo ser na laje ou em paredes; Utilização das betonilhas tradicionais sem endurecedor e sem altura para as pendentes necessárias; Falta de definição do dimensionamento e respectivo reforço da laje dos elevadores, assim como a pormenorização da sua ligação com o projecto de estruturas; Não dimensionamento do reforço da laje dos elevadores assim como da sua pormenorização; Não dimensionamento do reforço da armadura na zona de negativos e respectiva pormenorização; Indefinição do posicionamento das redes nas cozinhas e nas instalações sanitárias; Execução de platibandas em alvenaria, provocando posterior fissuração; Platibandas com altura inferior ao recomendado (neufert); Não dimensionamento da estrutura de chaminés de grande altura;
Alvenarias exteriores	Incorrecta definição da espessura das paredes exteriores; Ausência de drenagem nas caixas-de-ar e da respectiva ventilação;

Alvenarias exteriores	Falta de compatibilização entre a implementação das alvenarias e o projecto de estruturas Omissão quanto ao tratamento dos paramentos.
Alvenarias interiores	Espessura insuficiente das paredes para inclusão de tubagens, nomeadamente nas zonas de instalações sanitárias e cozinhas.
Coberturas	Ausência do isolamento térmico; Ausência da protecção térmica nas ligações de vigas periféricas com as platibandas; Coberturas invertidas com pendentes de reduzida inclinação originando depósito de águas; Falta de pormenorização dos remates de ligação das impermeabilizações das coberturas, com platibandas e chaminés; reduzidos pontos para o escoamento de água na cobertura; Falta de pormenorização do sistema de escoamento de águas, nomeadamente, de pendentes, definição e localização dos ralos de escoamento, tipo de acabamentos e caleiras; Não pormenorização do tipo de revestimento das lajes de cobertura.
Vãos exteriores	Falta a pormenorização das ligações da caixilharia com os guarnecimentos previstos para os vãos; Omissão do tipo de guarnecimento previsto para o vão – ombreiras, padieiras e peitoris; Omissão das características dos peitoris da caixilharia; Não indicação dos ensaios a que se devem submeter os caixilhos; Indefinição do tipo de vidro a aplicar para cada situação, nomeadamente, no que diz respeito às portas de entrada do edifício, montras de lojas entre outras; Ausência de isolamento térmico das caixas de estores; Falta de pormenorização da fixação da caixa de estores às paredes.
Drenagens exteriores	Falta de compatibilização entre os projectos de estruturas, de esgotos e de arranjos exteriores; omissão das impermeabilizações previstas para as lajes de fundo; Falta de pormenorização e de sistematização dos sistemas de impermeabilização a utilizar nas diferentes áreas do projecto e a falta de sistematização nas soluções adoptadas; Indefinição da drenagem das paredes enterradas – plano de drenagem periférica; Reduzido desnível entre a laje do piso interior e a laje das varandas; Pendentes insuficientes;

Drenagens exteriores	Falta de pormenorização do sistema de impermeabilização, em caleiras circundantes dos terraços.
Rede de esgotos	Indefinição do sistema de recolha de águas de lavagem dos pisos abaixo do solo; Falta de compatibilização entre os projectos de esgotos de drenagem e os projectos de estruturas e de arquitectura; Falta do ponto de esgoto no compartimento destinado ao equipamento de águas e filtro; Falta de definição do espaçamento entre as caixas de esgoto e da distância entre as sapatas e a laje do piso térreo; Traçado dos diâmetros com dimensões anti-regulamentares; Não definição da localização da caixa de saída do esgoto no exterior do edifício.
Rede de águas	Não previsão de um ponto de abastecimento de água na casa dos lixos, assim como em terraços, varandas de dimensão significativa e espaços exteriores e a definição do projecto sem confirmação da pressão da rede; Falta de pormenorização dos armários de contadores das redes das concessionárias.
Infra-estruturas como a rede eléctrica, telefónica e TV por cabo	Ausência de pormenorização da ligação do <i>anel terra</i> com a estrutura; Falta de pormenorização do nicho de chegadas das concessionárias; Falta de pormenorização das dimensões da <i>courete</i> vertical destinadas exclusivamente às instalações eléctricas, para a colocação de colunas e contadores; Falta de pormenorização da ligação da <i>courete</i> com o fogo; falta de pormenorização do nicho, no interior do fogo, para a colocação do disjuntor da EDP, quadro eléctrico, centrais telefónicas e de segurança, etc.
Elevadores	Incompatibilidade entre as dimensões das caixas dos elevadores e as dimensões exigidas para as cabines; Indefinição do poço dos elevadores; Falta de pormenorização, nomeadamente desenhos, da caixa de elevadores – com definição da localização dos vãos de acesso, altura do pé-direito entre a última laje de pavimento e a laje de cobertura; Indefinição e pormenorização da casa das máquinas – alturas e pé-direito; Omissão dos trabalhos de construção civil de apoio à instalação dos elevadores e das portas de piso; Omissão quanto às especificações técnicas dos elevadores a instalar.

## 3.1.3. VENTILAÇÃO E DESENFUMAGEM

Hoje em dia a existência de um sistema de ventilação e desenfumagem num edifício é crucial, para o conforto higrotérmico assim como para uma boa qualidade do ar interior, sendo a ventilação necessária para a remoção dos poluentes e da humidade produzida pela utilização dos edifícios e para garantir os níveis de oxigénio necessários ao metabolismo humano e aos aparelhos de combustão.

Antigamente conseguia-se assegurar a ventilação dos edifícios com a abertura das janelas por largos períodos do dia, hoje em dia a realidade mostra-se diferente, pois esta pratica já não é usual. Para ultrapassar este “obstáculo”, optou-se pela instalação de dispositivos mecânicos, não mecânicos, ou mistos a partir dos quais se consegue fazer a admissão e evacuação do ar.

A admissão do ar efectuar-se-á através dos compartimentos principais (quartos e salas) de forma natural através de grelhas instaladas nas caixilharias ou nas fachadas, já a evacuação será feita pelas instalações sanitárias com extracção natural e das cozinhas através do extractor mecânico. A passagem de ar através dos compartimentos será feita através grelhas implantadas nas portas das divisões ou em folgas criadas propositadamente nestas de modo a permitir a circulação do ar [14].

Devido a estas falhas podemos encontrar condensações superficiais interiores nas paredes dos edifícios, esta é uma das patologias fruto da deficiente ventilação de um edifício, que com o decorrer do tempo pode dar origem a outras patologias como o destacamento da tinta e mais tarde o apodrecimento do reboco.

Na tabela 3.3, temos sintetizadas algumas das falhas provenientes da fase de projecto, que se mostram importantes eliminar o quanto antes da nossa realidade.

Tabela 3.3 – Falhas associadas ao sistema de ventilação e desenfumagem

Local	Falhas detectadas
Cozinhas	<p>Utilização da ventilação por sistemas incompatíveis com a utilização de exautores;</p> <p>Utilização de sistemas tipo “Féria” implica considerar todos os adereços respectivos, nomeadamente grelhas nas caixas de estore, capêlos de ventilação, os quais muitas vezes não são aplicados;</p> <p>Não compatibilização dos sistemas de ventilação com a necessidade de admissão de ar novo;</p> <p>Indefinição da distância regulamentar entre o esquentador e o fogão;</p> <p>Não considerada a admissão de ar para o esquentador;</p> <p>Falta de ventilação dos compartimentos com equipamentos de queima;</p> <p>Posicionamento das alimentações de água e de gás ao esquentador a altura demasiado elevada para se garantir a fixação do esquentador e respectiva exaustão nas condições regulamentares.</p>
Instalações sanitárias	Omissão dos plenos para a condução da entrada de ar para as instalações sanitárias, a nível do piso térreo.

Arrecadações e estacionamentos	Falta de definição do sistema de ventilação nas arrecadações e caves; Incompatibilidade entre o projecto de ventilação das arrecadações e o de segurança contra incêndios, obrigando a ventilação forçada; Incompatibilidade entre o posicionamento dos ventiladores de extracção nas caves e as áreas de estacionamento de modo a garantir o pé-direito mínimo regulamentar; Incorrecto dimensionamento das áreas destinadas aos ventiladores de extracção nos estacionamentos.
Escadas	Ausência da ventilação das escadas interiores.
Lojas	Inexistência de sistema de exaustão de fumos para a utilização como restauração.
Falta de compatibilização entre os projectos de segurança e de ventilação.	

#### 3.1.4. SEGURANÇA

Os sistemas de segurança contra incêndio hoje em dia mostram-se de extrema importância, a ocorrência de um incêndio (reação de combustão fortemente exotérmica que se desenvolve de forma descontrolada, no tempo e no espaço), este quando não é controlado provoca prejuízos por vezes avultados. Da sua ocorrência podem resultar perdas de bens materiais ou até mesmo vidas humanas. O regulamento jurídico de segurança contra incêndio baseia-se nos princípios gerais da prevenção da vida humana, do ambiente e do património cultural. Os objectivos deste regulamento são; reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios; limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios circunscrevendo e minimizando os seus efeitos; facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco e permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

Os princípios da protecção que devem ser tidos em conta na fase de elaboração do projecto de um edifício são: limitação das massas combustíveis, fazendo compartimentação corta fogo; limitação da combustibilidade dos materiais, optando por materiais com baixa reacção ao fogo; rapidez na evacuação dos ocupantes, fazendo o correcto dimensionamento e sinalização dos caminhos de evacuação; rapidez na extinção, prevendo meios de combate; estabilidade suficiente para a evacuação e combate, as estruturas devem ser dimensionadas de modo a aguentarem algum tempo à acção do incêndio sobre si para que a evacuação seja possível decorrer em segurança [15].

A adopção de sistemas de segurança contra intrusão, são cada vez mais uma opção comum, isto deve-se ao facto de cada vez mais os nossos edifícios ficarem vazios por longos períodos de tempo devido à rotina da população em geral. Esta área deveria requerer um estudo mais aprofundado na fase de elaboração do projecto.

Tabela 3.4. – Falhas associadas aos sistemas de segurança

Tipo de segurança	Falhas detectadas
Contra incêndio	Omissão da iluminação fotoluminescente nas escadas; Omissão da instalação de extintores nas áreas em que tal é exigido; Não previsão de portas pára-chamas para fecho dos contadores de gás.



Contra intrusão	Ausência de projecto que identifique as condições a observar para a garantia da segurança contra a intrusão. Esta omissão é particularmente sentida no acesso fácil aos vãos e varandas dos pisos inferiores, dos últimos pisos e coberturas.
-----------------	---

### 3.1.5. REVESTIMENTOS

O revestimento é um conjunto de camadas que reveste o edifício, tendo como função protegê-lo da acção dos agentes responsáveis pela sua deterioração, dar um acabamento final à superfície e complementar o isolamento térmico, acústico e estanqueidade à água. Estes podem ter diversas propriedades das quais podemos destacar a resistência mecânica, a deformabilidade e durabilidade.

O que se pretende ao colocar um revestimento, é que este mantenha o seu desempenho funcional ao longo da vida útil no ambiente que se encontra exposto e que não apresente problemas patológicos (fissuras, destacamentos, manchas e fungos) a curto prazo.

Este assunto, apesar de se mostrar de elevada importância, não se encontra normalizado, a sua escolha é feita sem seguir uma listagem de critérios específicos, não é feito um projecto e planeamento eficaz para a sua escolha, pelo que estes factos levam ao aparecimento quase imediato de patologias.

Visto isto, nota-se que a escolha deste não pode ser feita à pressa, mas sim planeada e estudada atempadamente.

Alguns dos critérios a ter em conta na escolha de um revestimento são: o bom desempenho estrutural, durabilidade, bom comportamento térmico e acústico, resistente ao fogo, custo de aquisição e manutenção, facilidade e rapidez de aplicação, etc. [16].

Na tabela 3.5, são apresentadas falhas detectadas no que diz respeito ao revestimento de diversas superfícies.

Tabela 3.5 – Falhas associadas aos revestimentos a aplicar.

Elemento a revestir	Falhas detectadas
Escadas	Impossibilidade de limpeza exterior dos vidros da caixilharia da caixa de escada, sempre que projectados sem possibilidade de abertura.
Galerias	Incompatibilidades entre os revestimentos dos projectos de arranjos exteriores e os previstos nos projectos dos edifícios.
Varandas e terraços	Definição pouco rigorosa e adequada para acabamento de terraços acessíveis e não acessíveis.
Exteriores	Falta de especificação e pormenorização dos materiais a serem utilizados em revestimentos exteriores.
Interiores	Indefinição das características das e espessura das pedras a utilizar; omissão do elemento separador entre os revestimentos das zonas secas e das zonas húmidas, como protecção contra infiltrações de água; falta de pormenorização de carpintarias, nomeadamente no que diz respeito a armários de contadores, de armários roupeiros, de rodapés, de guarnições, portas, etc.

Cantarias	Falta de pormenorização de cantarias, quanto a espessuras, acabamentos, ligação com caixilharias, etc; não previsão de aplicação de produtos para a protecção das superfícies de pedra atendendo ao posterior uso, nomeadamente em zonas húmidas.
Serralharias	Falta de pormenorização na definição das serralharias, protecções anti-corrosivas e pinturas; falta de sistematização na definição das serralharias das guardas de platibandas, varanda e terraços, de vãos de escadas, da casa das máquinas, de muros exteriores, etc; elementos de guardas com espaçamentos não regulamentares e com disposição que permitem a sua utilização como escada; omissão e/ou não pormenorização das escadas de acesso à cobertura e às chaminés, com ou sem guarda-costas, etc.

### 3.1.6. COMPARTIMENTAÇÃO

A compartimentação dos edifícios, é de natureza arquitectónica, este assunto embora se encontre superficialmente regulamentado no Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), não se encontra devidamente actualizado para dar respostas à arquitectura praticada hoje em dia.

Existe um documento denominado de Regulamento Geral das Edificações (RGE), que mesmo não se encontrando aprovado por lei, mostra-se actualizado e capaz de dar apoio a este tema.

A divisão de um edifício em compartimentos tem de ter em atenção requisitos como a altura e largura de vãos, ou até mesmo a área total a destinar a determinado compartimento. As falhas que se encontram indicadas na tabela 3.6, provem fundamentalmente da incompatibilidade dos diferentes projectos.

Tabela 3.6 – Falhas associadas à compartimentação, arranjos exteriores e outros.

Local	Falhas detectadas
Parques de estacionamento	<p>Não compatibilização das distâncias entre pilares e as dimensões exigidas para os lugares do estacionamento;</p> <p>A omissão das faixas de sinalização nas paredes à altura regulamentar;</p> <p>A impossibilidade de atravessamento das redes das instalações técnicas nos tectos, devido à existência de vigas, ou por cruzamentos de diferentes redes;</p> <p>A não previsão de espaços para os equipamentos de ventilação e respectivas condutas.</p>

Arrecadações	Incompatibilidade da rede de ventilação com os elementos estruturais e de compartimentação previstos na arquitectura; Insuficiente ventilação das áreas de arrecadação.
Casa dos lixos	Falta de um ponto de abastecimento de água; Falta de cumprimento das normas municipais relativas às dimensões da casa dos lixos.
Caixas de correio	Dimensões não regulamentares.
Couretes	Insuficiente dimensão das <i>couretes</i> para o atravessamento das redes internas; espaços insuficientes para o percurso de saída das <i>couretes</i> até às fracções; não compatibilização dos projectos de arquitectura e de estruturas com os espaços necessários para a ventilação de instalações sanitárias e para os atravessamentos de outras instalações técnicas; não pormenorização e incompatibilização, no interior dos edifícios, dos espaços necessários para as entradas das redes de alimentação ao edifício; não pormenorização da ventilação das <i>couretes</i> para a rede de gás.
Casa das máquinas dos elevadores	Falta de pormenorização da casa das máquinas, nomeadamente das guardas e ventilação; Insuficiente iluminação, conforme exigido na regulamentação em vigor; O não dimensionamento e pormenorização da laje de suporte dos cabos dos elevadores.
Áreas técnicas	Incompatibilidade entre as exigências dos projectos das especialidades e as áreas previstas no projecto de arquitectura.
Cozinha e instalações sanitárias	Deficiente posicionamento, em função da utilização, dos elementos funcionais, tomadas, interruptores, móveis de cozinha e louças sanitárias; deficiente escolha dos materiais de revestimento, atendendo às funções específicas de cada compartimento.
Arranjos exteriores	Incompatibilidade entre as condições previstas no projecto e as condições do terreno existente; incompatibilidade entre as definições do projecto de arranjos exteriores e o previsto nos projectos de arquitectura, de estruturas, designadamente muros de suporte, etc.
Coordenação de projectos	Ausência de coordenação entre os diferentes projectos.

### 3.1.7. TÉRMICA E ACÚSTICA

As preocupações ambientais e de conforto no interior das habitações têm registado um importante crescimento nos últimos anos. Como resposta a estas crescentes preocupações surgiram vários regulamentos, de entre os quais se destacam, o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) e o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE).

O RCCTE estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos edifícios de serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da

envolvente, limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos. Este regulamento impõe limites aos consumos energéticos para climatização e produção de águas quentes, num claro incentivo à utilização de sistemas eficientes e de fontes energéticas com menor impacto em termos de energia primária. Esta legislação impõe a instalação de painéis solares térmicos e valoriza a utilização de outras fontes de energia renovável.

O RRAE é o regulamento que regula a vertente do conforto acústico de edifícios novos ou edifícios existentes que venham a ser objecto de reconstrução, ampliação, ou alteração, tendo como objectivos principais a melhoria da qualidade do ambiente acústico, o bem-estar e saúde das populações.

Hoje em dia o conjunto RCCTE / Sistema de Certificação Energética pretende informar o utente, potencial proprietário ou locatário de um edifício ou fracção independente, sobre as características térmicas do produto/imóvel que lhe é oferecido, as quais irão influenciar necessariamente os custos de funcionamento de sistemas para manutenção de um ambiente interior confortável.

Logo, ambos os regulamentos têm como objectivo comum a melhoria do conforto no interior dos edifícios, contudo nem sempre as melhores soluções de isolamento acústico são as melhores soluções de isolamento térmico e vice-versa. Considera-se pois que a definição de soluções construtivas que permitam responder aos requisitos e exigências destes dois regulamentos constituem uma área de trabalho muito pertinente no actual contexto da construção em Portugal [17].

Tabela 3.7 – Falhas associadas ao conforto térmico e acústico.

Estudo	Falhas detectadas
Térmica	Insuficiente isolamento térmico, principalmente nas fachadas orientadas a norte
Acústica	
Falta de compatibilização entre as disposições construtivas decorrentes destes estudos e o previsto no projecto de arquitectura	

### 3.2. PATOLOGIAS - ILUSTRAÇÕES

Com base em informação recolhida, aquando da elaboração de um trabalho de campo, sobre patologias em edifícios, passamos a apresentar algumas imagens de patologias. Realça-se desde já, que certas patologias podem não ter origem só na fase de projecto, pois não tivemos acesso ao projecto deste edifício, logo não sabemos se as decisões tomadas na fase de projecto foram as mais sensatas.

Tabela 3.8 – Ilustração de patologias.


Designação e possíveis causas associadas ao projecto.	Imagem
<p><b>Fissuração de uma parede</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Assentamento da fundação devido à insuficiente informação sobre o terreno;</li><li>• Má concepção das fundações;</li><li>• Deficiente drenagem periférica das águas freáticas;</li><li>• Dimensionamento inadequado, originando excessiva deformação.</li></ul>	
<p><b>Destacamento da camada de recobrimento do betão nos pilares</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Espessura da camada de recobrimento insuficiente;</li><li>• Fraca qualidade do betão;</li><li>• Má consideração da classe de exposição.</li></ul>	
<p><b>Escorrências</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Escolha da geometria dos rufos inadequada.</li></ul>	
<p><b>Infiltrações numa junta de dilatação</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Falta ou má pormenorização do assentamento da impermeabilização da cobertura;</li><li>• Deformação excessiva da laje.</li></ul>	

Tabela 3.8. – Ilustração de patologias. (continuação)

Designação e possíveis causas associadas ao projecto.	Imagem
<p><b>Destacamento do revestimento cerâmico</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deformabilidade do material;</li><li>• Escolha inadequada do produto de colagem.</li></ul>	
<p><b>Infiltrações sobre um vão envidraçado</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Deficiente pormenorização da ligação das peças;</li></ul>	
<p><b>Humidade ascensional</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fraca pormenorização da impermeabilização da parede;</li><li>• Desconhecimento da posição do nível freático</li><li>• Drenagem periférica deficiente.</li></ul>	

### 3.3. REFLEXÃO

Como se pode constatar, as falhas existentes associadas à fase de projecto são inúmeras, estas originam patologias graves e bem visíveis nos nossos edifícios, sendo que a sua reparação se torna dispendiosa e incómoda para os utilizadores do edifício em questão.

Para que haja uma diminuição do número de falhas acima apresentado, basta que os profissionais comecem a anotar as opções que deram bons resultados, as que não resultaram, que haja um especialista em física das construções integrado na equipa de projectistas e que se faça uma correcta revisão do projecto, antes da solução projectada seguir para obra.

Com as sugestões apresentadas, estas falhas iriam quase que desaparecer, as patologias nos edifícios iriam deixar de ser tão graves e ficaríamos com uma melhor qualidade no parque edificado, já que estaríamos a actuar em várias vertentes.





## 4

**ELABORAÇÃO DA REVISÃO DE PROJECTOS****4.1. METODOLOGIA**

O documento intitulado “Technical Bulletin number 2” [9], referenciado no segundo capítulo, servirá de base para a elaboração de um modelo de revisão de projectos.

Neste documento é feita a divisão de níveis de verificação dos projectos, de acordo com a sua complexidade, nesta divisão é referenciado quem faz a revisão de cada tipo de projecto, indicando os requisitos mínimos para a verificação dos desenhos, cálculos e especificações.

Um factor para se decidir um adequado nível de revisão é a consequência do fracasso/falha da estrutura, para salvaguardar esta ocorrência foram adoptadas três classes de risco com base na norma EN1990 [10].

O modelo de revisão que posteriormente será apresentado, incidirá sobre a revisão dos projectos de arquitectura, projectos de estruturas e projecto de redes de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais.

Cada uma destas áreas, será abordada atendendo aos regulamentos que as regem. Tentou-se tornar o documento de revisão o mais intuitivo possível, para que desta forma se torne um documento com utilidade de fácil utilização.

Tabela 4.1 - Classificação de risco e nível de verificação.

Classificação de risco	Nível de Revisão
RC1	DCL1
RC2A	DCL2
RC2B	DCL3
RC3	DCL4

### **SELF CHECK DCL1 – AUTO REVISÃO**

---

Tipo de edifício e ocupação:

- Casas incluindo alterações e ampliações;
- Pequenas construções como edifícios onde as pessoas não vão, a não ser para manutenção/inspecção (muro, cerca, tanque, esgotos, drenagem), edifícios agrícolas (estufas cobertas com material translúcido, ou outros), edifícios pequenos, edifícios temporários, edifícios anexos às casas e auxiliares de duplex);
- Pequenas alterações a indústrias, edifícios de armazenamento ou de escritório.

### **SIMPLE CHECK DCL2 – REVISÃO SIMPLIFICADA**

---

Tipo de edifício e ocupação:

- Hotéis até 4 pisos;
- Imóveis, apartamentos e outros edifícios residenciais até 4 pisos;
- Edifícios de escritórios até 4 pisos;
- Fábricas até 3 pisos (*até classe 2*);
- Lojas e shoppings fechados até 3 pisos e com menos de 200m<sup>2</sup> de área por cada andar;
- Piso térreo de edifícios educacionais;
- Edifícios de assembleia (excepto edifícios educacionais), prédios e outros edifícios de entretenimento acessível ao público em geral mas todos apenas até 2 pisos e com menos de 2000m<sup>2</sup>.

### **INTERMEDIATE CHECK DCL3 – REVISÃO INTERMÉDIA**

---

Tipo de edifício e de ocupação

- Hotéis, casas, apartamentos e outros prédios residenciais com mais de 4 pisos e menos de 15 pisos;
- Edifícios de educação superior a 1 piso, mas não superior a 15 pisos;
- Lojas e centros comerciais fechados com mais de 3 pisos mas não superior a 15 pisos;
- Hospitais até 3 pisos;
- Edifícios de escritórios com mais de 4 pisos mas inferior a 15 pisos;
- Edifícios de assembleia (excepto edifícios educacionais), prédios e outros edifícios de entretenimento acessível ao público em geral em que a área seja superior a 2000m<sup>2</sup> e inferior a 5000m<sup>2</sup>;
- Estacionamentos com abertura lateral e edifícios de armazenamento (*classe 1*) com mais de 6 pisos;
- Bancadas com capacidade para 5000 espectadores.

### **EXTENDED CHECK DCL4 – REVISÃO EXTENSA**

---

Tipo de edifício e de ocupação:

- Edifícios com elevada taxa de ocupação e com mais de 15 pisos;
- Edifícios com construção não convencional ou com arquitectura inovadora e construções com instabilidade dinâmica;
- Todos os edifícios referenciados em RC2A e RC2B que excedam os limites da área e/ou o número de pisos;
- Bancadas e espaços desportivos com capacidade superior a 5000 espectadores;

- Edifícios de armazenamento (*classe 1*), fábricas (*classe 1*) e locais de risco de incêndio especiais;

Tabela 4.2 – Definição das várias classes, segundo EN 1990.

Classes	Descrição
Classe 1	Baixo risco de perdas de vidas humanas; Diminutas consequências económicas, sociais e ambientais.
Classe 2	Média consequência de perdas de vidas humanas; Consideráveis perdas económicas, sociais ou ambientais.
Classe 3	Alta consequência de perdas de vidas humanas; Graves consequências económicas, sociais ou ambientais.

Nos parágrafos seguintes são apresentadas listas de verificação elaboradas com base nos níveis atrás referidos e procurando identificar os diversos pontos de controlo e respectivas tarefas de revisão a desenvolver.

#### 4.2. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DE ARQUITECTURA

O projecto de arquitectura de um edifício procura atribuir aos espaços a significação pretendida articulando os atributos físicos com os atributos funcionais do espaço. Tem como principal objectivo responder às vontades e sonhos de quem irá habitar o edifício.

A regulamentação que ainda hoje está em vigor e “dita” as regras de edificação, é Decreto-Lei nº38382 de 7 de Agosto de 1951, denominado de “Regulamento Geral das Edificações Urbanas” (RGEU). Com o progredir dos tempos, as edificações foram evoluindo no sentido de acompanhar as novas necessidades de habitabilidade.

O RGEU, foi sofrendo pequenos ajustes ao longo dos tempos através de portarias, despachos e decretos-lei, mas sem nunca sofrer uma seria alteração. Até que em 2003, através da Portaria 62/2003 de 16 de Janeiro, foi criada uma subcomissão para a revisão deste documento.

A revisão foi feita dando origem ao Despacho nº 5493/2003 de 27 de Fevereiro, futuramente dominar-se-ia de Regulamento Geral das Edificações (RGE).

Esta proposta de regulamento geral, não dispõe sobre certos factores que determinam a construção, tais como, os valores de mercado da construção, o sítio, as vistas, e até a responsabilidade técnica e o licenciamento; o que se apresenta é um novo Regulamento Geral das Edificações (RGE), em substituição, mais do que uma alteração ao actual RGEU.

Foi considerado o alargamento do âmbito de aplicação, quanto aos tipos de edifícios e quanto à definição das intervenções, propondo-se um documento estruturante no que se refere: à segurança, ao ambiente, à energia, à sustentabilidade, vida útil dos edifícios, à manutenção, à durabilidade, ao conforto e acessibilidade, em suma, à defesa do utilizador e à gestão da qualidade.

Apresenta as inovações determinadas pelas exigências de qualidade, relativamente aos seguintes aspectos: aumento das áreas mínimas, criação de níveis de intervenção, exigência de projecto de execução, introdução da matéria relativa ao comércio e serviços, adopção das novas exigências para a

concepção das instalações técnicas, criação de ductos e espaços técnicos, revisão de projectos, barreiras físicas à mobilidade e acessibilidades, maior exigência para a integração urbana das edificações, maior flexibilidade na concepção arquitectónica, segundo o primado da responsabilidade profissional.

Não se interfere com diplomas específicos em vigor, ou seja, remete-se para os mesmos as respectivas especificidades, evitando-se assim, alguns desajustamentos, incongruências e desactualizações, procurando-se uma visão integradora, como um todo multidisciplinar, cuja coordenação é determinante na qualidade final [18].

A tabela 4.3, apresentada posteriormente a esta pequena introdução, foi feita de acordo com RGE, por ser um documento actualizado, de acordo com o tipo de construção e exigências actuais.

Tabela 4.3 – Lista de verificação - Arquitectura.

Âmbito – Projecto de Arquitectura										
Item	Ponto de controlo	Tarefas	P.E.	P.D.	M.C.	Nível de Revisão DCL				
						1	2	3	4	
1.Projecto	1.1. Peças escritas	Verificar se no processo:								
		• A existência da memória descritiva e justificativa e mapas de cálculo.	x		x	x	x			
		• Verificar se existe o termo de responsabilidade do autor do projecto;	x				x			
		• Verificar se o processo possui todos os elementos anteriormente mencionados e estes estão de acordo com o projecto.	x		x			x	x	
	1.2. Peças desenhadas	Verificar no processo:								
		• Verificar se existem plantas cortes e alçados;		x		x				
		• Verificar se os desenhos estão com a escala adequada;		x			x			
		• Verificar a sua numeração e indicação de alterações (caso existam);		x				x		
		• Verificar a coerência da organização dos pormenores construtivos.		x					x	
		• Verificar se elementos acima mencionados estão de acordo com o projecto;		x				x	x	
	2.Aspectos gerais	2.1. Parâmetros urbanísticos	Verificar se a acessibilidade, a iluminação natural e a exposição solar do edifício ficam asseguradas. (Art 15º)		x		x	x	x	x
			Verificar se a exposição solar dos espaços livres contíguos, públicos e privados, bem como das edificações vizinhas fica assegurada.		x			x	x	x
2.2. Fachadas		Verificar se a altura das fachadas é igual ou inferior ao afastamento entre o plano de fachada e planos de fachada opostos:								
		• Verificar na fachada principal;		x			x			
		• Verificar em todas as fachadas.		x				x	x	
		Verificar se o afastamento entre fachadas opostas a espaços de utilização pública, é inferior a 11m.		x				x	x	x

2. Aspectos gerais	2.2. Fachadas	Verificar se a distância entre qualquer fachada com vãos de compartimentos habitáveis e os limites de outro lote é no mínimo de 4m.		x				x	x	x	
		Verificar se o afastamento entre qualquer fachada onde existam vãos de compartimentos não habitáveis e outro lote é no mínimo de 1,5m.		x					x	x	x
	2.3. Pátios interiores	No caso do edifício ser destinado a serviços ou a habitação multifamiliar, verificar se são cumpridas as exigências para a existência de pátios interiores.		x					x	x	x
3. Dimensões	3.1. Pé-direito	Verificar se o pé-direito livre da habitação é no mínimo 2,60m, nos compartimentos principais:									
		• Verificar se este limite consta na descrição do edifício;	x					x			
		• Verificar este limite em 30% das fracções;		x					x		
		• Verificar este limite em 50% das fracções;		x						x	
		• Verificar este limite em todos os compartimentos principais.		x							x
		Verificar se o pé-direito livre do espaço destinado a comércio/serviços administrativos é no mínimo de 3,20m.		x						x	x
	3.2. Vãos de acesso (Artigo 25º)	Verificar se os vãos de acesso cumprem as dimensões mínimas (altura e largura) indicadas:									
		• Verificar acesso ao edifício;		x					x		
		• Verificar acesso de viaturas;		x					x	x	
		• Verificar acesso aos ascensores;		x					x	x	x
		• Verificar acesso às arrecadações.		x					x	x	x
	3.3. Local de armazenamento dos resíduos	No caso de edifícios multifamiliares:									
		• Verificar se existe compartimento destinado à colocação de contentores;		x						x	
		• Verificar se o compartimento cumpre as dimensões exigidas.								x	x

3. Dimensões	3.4. Escadas e patamares	Largura mínima das escadas e patamares:								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Em habitações ou outras unidades de ocupação, se é no mínimo de 0,90m (excepto se for caminho de evacuação).</li> </ul>		x			x	x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Edifícios com altura até 28m, é de 1,20m.</li> </ul>		x					x	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Edifícios com superior a 28m, é de 1,40m.</li> </ul>		x						x
	3.5. Degraus	Verificar se as medidas mínimas de 0,18m e 0,28m, do espelho e cobertor respectivamente se fazem cumprir:		x						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar numa escada;</li> </ul>		x						
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar um vão completo de escada;</li> </ul>						x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar todos os vão de escadas.</li> </ul>							x	x
	3.6. Rampas de acesso	Verificar se este tipo de acesso tem $i \leq 6\%$ , extensão $\leq 6m$ , e a extensão das plataformas de descanso $\geq 1,50m$ :								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar numa das rampas;</li> </ul>						x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar todas as rampas existentes.</li> </ul>							x	x
	3.7. Ascensores	Verificar se no caso de existirem mais de 3 pisos em altura, existe ascensor e se este serve todos os pisos.		x					x	x
4. Habitação	4.1. Áreas mínimas dos compartimentos (Artigo 33º)	Verificar se as áreas mínimas dos compartimentos estão de acordo com a tipologia em questão:								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar numa das fracções;</li> </ul>		x			x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar em 50% das fracções;</li> </ul>		x				x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar em todas as fracções.</li> </ul>		x					x	
	4.2. Instalações sanitárias	Verificar se existe o número mínimo de instalações sanitárias de acordo com a tipologia:								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar numa das fracções;</li> </ul>		x				x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar em 50% das fracções;</li> </ul>		x					x	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar em todas as fracções.</li> </ul>		x						x

4.Habitação	4.2.Instalações sanitárias	Verificar se as instalações sanitárias existentes estão equipadas com os equipamentos mínimos recomendáveis:							
		• Verificar em 50% das fracções;		x			x		
		• Verificar em todas as fracções.		x				x	x
	4.3. Arrumos	Verificar se existem as áreas mínimas destinadas aos arrumos, de acordo com a tipologia:							
		• Verificar numa das fracções;		x			x		
		• Verificar em 50% das fracções;		x				x	
		• Verificar em todas as fracções.		x					x
	4.4. Edifício para condomínio	Verificar se o edifício tem mais de 12 fracções, caso tenha, têm de ser previstos espaços destinados à utilização do condomínio.		x			x	x	x
	4.5. Segurança, salubridade e conforto	Verificar se a edificação fica servida com vias que permitam o fácil acesso e manobra de viaturas de bombeiros:							
		• Verificar se existe pelo menos uma via de acesso fácil;		x			x	x	
		• Verificar se existem vias de acesso fácil e com espaço de manobra.		x				x	x
		Verificar se na cozinha está previsto um extractor mecânico:							
		• Verificar numa das fracções;		x			x		
		• Verificar em 50% das fracções;		x				x	
		• Verificar em todas as fracções.		x					x
		Verificar se nos compartimentos sem vãos para o exterior estão previstos sistemas de extracção mecânica:							
		• Verificar numa das fracções;		x				x	
		• Verificar em 50% das fracções;		x					x
		• Verificar em todas as fracções.		x					x
	Verificar se a área de envidraçado é $\geq 1/8$ da área útil do compartimento, para assegurar iluminação natural:								



4.Habitação	4.5. Segurança, salubridade e conforto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar numa das fracções;</li> </ul>		x		x	x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar em 50% das fracções;</li> </ul>		x				x	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar em todas as fracções.</li> </ul>		x					x
		Condições termo-higrotérmicas previstas em regulamento próprio (RCCTE):							
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a zona climática considerada</li> </ul>	x			x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se as necessidades de aquecimento, arrefecimento, águas quentes sanitárias e necessidades globais de energia primária cumprem o regulamento</li> </ul>			x		x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o cálculo térmico de uma fracção.</li> </ul>			x			x	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o cálculo térmico do edifício completo.</li> </ul>			x				x
5.Comércio e serviços	5.1. Instalações sanitárias	Verificar se existe uma bacia de retrete e um lavatório, no mínimo.		x			x	x	x
		Verificar se a distância entre instalações sanitárias é menor que 50m em planta e se existe uma por piso.		x			x	x	x
6.Elementos Estruturais	6.1. Fundações	Verificar se:							
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foram feitas prospeccões geotécnicas ao terreno;</li> </ul>	x			x	x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• As prospeccões realizadas cumprem as normas aplicáveis;</li> </ul>	x					x	x
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe projecto de contenções no caso da profundidade da escavação seja superior a 3m;</li> </ul>			x			x	x
	6.2. Paredes	Verificar se as espessuras praticadas estão de acordo com as especificadas:							
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a espessura da parede exterior e de algumas divisórias;</li> </ul>		x		x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar as espessuras exteriores, as espessuras das paredes de separação entre fogos e áreas comuns;</li> </ul>		x			x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar as espessuras exteriores e todas as interiores em 50% das fracções;</li> </ul>		x				x	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar todas as espessuras de todas as fracções.</li> </ul>			x					x	

6.Elementos Estruturais	6.3. Instalações	Verificar se foram previstos ductos para a passagem das principais redes de instalações interiores:							
		• Verificar numa das fracções;		x		x	x		
		• Verificar em 50% das fracções;		x				x	
		• Verificar em todas as fracções.		x					x
		Verificar se foi previsto um espaço técnico para instalação/manutenção de instalações complexas, com pé-direito mínimo de 2m.		x			x	x	x
		Verificar se nos compartimentos com instalação de aparelhos de combustão é assegurada a correcta ventilação.							
		• Verificar numa das fracções;				x	x		
		• Verificar em 50% das fracções;						x	
		• Verificar em todas as fracções.							x
		Verificar se, no caso de existirem lareiras de fogo aberto, existe sistema de ventilação independente e se este cumpre o estipulado nos artigos 107º e 108º do RGE.							
		• Verificar numa das fracções;		x		x	x		
		• Verificar em 50% das fracções;		x				x	
		• Verificar em todas as fracções.		x					x
		Verificar se as saídas de evacuação dos produtos de combustão estão de acordo com o estipulado no artigo 110º do RGE.							
		• Verificar numa das fracções;		x			x		
		• Verificar em 50% das fracções;		x				x	
		• Verificar em todas as fracções.		x					x

### 4.3. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DE ESTRUTURAS

Um projectista de estruturas de betão armado, quando se encontra perante um problema estrutural, tem como objectivo encontrar a melhor solução estrutural, uma solução que englobe segurança, qualidade, economia e estética.

A segurança de pessoas e bens garante-se com a correcta ponderação dos diferentes factores intervenientes na definição das acções e nos factores de segurança, estes majoram as acções e de certa forma minoram a resistência dos materiais para fazer face às variações que estes apresentam. Desta forma procura-se evitar que sujam situações que possam originar situações ruinosas para a estrutura como é o caso da rotura, deformação excessiva, instabilidade, perda de equilíbrio. Estas situações podem ser resultado de fenómenos associados à acção sísmica, acções em fase de construção, uso inadequado, choques, incêndios, ventos fortes, assentamento ou rotura das fundações.

A qualidade de funcionamento e durabilidade do edifício dependem muito da sua concepção, cálculo, modo de execução e exploração. Para que a qualidade seja garantida, no dimensionamento devemos ter em atenção o controlo da fendilhação, deformação, vibração e aparência.

Para alcançar tal facto, este teria de estudar e comparar todas as soluções possíveis, este processo só seria viável em projectos muito simples, já que no caso de projectos complexos que envolvem vários factores e condicionantes, as soluções possíveis passam a ser numerosas. Mas o factor tempo na construção como em qualquer indústria é determinante, logo o tempo para a concepção de um projecto é delimitado. É a partir desta fase que a experiência do projectista passa a ser determinante no estudo da solução ideal.

O processo de formulação de um projecto estrutural pode ser dividido em quatro fases distintas mas interligadas. Numa primeira fase faz-se a identificação dos parâmetros gerais que vão condicionar a escolha a efectuar (por exemplo: área necessária para a implantação do edifício), alguns destes parâmetros são adoptados/decididos antes do projectista integrar na equipa de projecto.

Numa segunda fase, na concepção geral, escolhem-se o tipo de estrutura e os materiais a adoptar, com base em estudos preliminares e eventualmente em soluções semelhantes executadas anteriormente (o que seria uma boa prática, aprender com o passado).

Depois destas escolhas passa-se ao cálculo da estrutura, propriamente dito (terceira fase), procurando o esquema estrutural que melhor responda às solicitações a que a estrutura estará submetida. Este processo normalmente consiste em fazer um pré-dimensionamento com base em métodos expeditos e obter as secções, de seguida são verificadas as tensões, os esforços, os deslocamentos e as deformações provocadas pelas solicitações e vê-se se estas são compatíveis com as exigências regulamentares impostas. Caso não se verifique esta compatibilidade altera-se a estrutura e volta-se a repetir o processo, como podemos ver trata-se de um processo iterativo, ou cálculo indirecto. Hoje em dia este processo é menos moroso, pois temos disponíveis diversos programas de cálculo automático que nos permitem poupar tempo no dimensionamento/redimensionamento das estruturas, quer elas sejam simples ou complexas.

Um outro tipo de procedimento, que se designa cálculo indirecto ou síntese estrutural, consiste em fazer o dimensionamento e a análise estrutural em simultâneo, de forma integrada, apesar de permitir melhores resultados exige que o projectista possua poderosos meios de cálculo.

Finalmente, após efectuado o processo de cálculo, segue-se a fase da pormenorização (quarta fase), na qual o projectista detalha a solução obtida de forma clara, objectiva e o mais detalhada possível.

O projecto estrutural é talvez a especialidade de maior relevância, na vida de um edifício, deste projecto depende a segurança do edifício, assim como a segurança dos trabalhadores que o vão executar e das pessoas que o vão usar.

Visto que esta etapa é deveras importante para o ciclo de vida do edifício, torna-se fundamental que este projecto seja submetido a uma revisão rigorosa, para que sejam eliminadas eventuais deficiências/erros que possam existir antes de se partir para a obra.

O desenvolvimento de um projecto de estruturas de um edifício corrente, deve cumprir os regulamentos em vigor, são eles: o Decreto-Lei nº235/83 de 31 de Maio, denominado de Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) e o Decreto-Lei nº349-C/83 de 30 de Julho, denominado de Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP).

No RSA, encontramos definidas as regras gerais para a verificação da segurança das estruturas de edifícios e de pontes. Neste regulamento encontram-se definidas as cargas a considerar num dimensionamento, assim como os critérios para a sua combinação, para que a capacidade resistente do edifício seja assegurada [19].

No REBAP, encontram-se definidas as características dos materiais constituintes do betão armado (betão e aço), os critérios de cálculo do dimensionamento dos elementos estruturais e disposições construtivas. Este regulamento foi elaborado tendo em conta as prescrições referidas no RSA [20].

A tabela 4.4, foi elaborada com base nos regulamentos acima indicados, nela constam os itens a rever num projecto desta especialidade.

Tabela 4.4 – Lista de verificação - Estruturas.

Âmbito – Projecto Estrutural									
Item	Ponto de Controlo	Tarefas	P.E.	P.D.	M.C.	Nível de Revisão DCL			
						1	2	3	4
1.Projecto	1.1. Peças escritas	<i>Verificar no processo:</i>							
		• A existência da memória descritiva e justificativa e mapas de cálculo.	x		x	x	x		
		• Se existe o termo de responsabilidade do autor do projecto;	x				x		
		• Se o processo possui todos os elementos anteriormente mencionados e estes estão de acordo com o projecto.	x		x			x	x
	1.2. Peças desenhadas	<i>Verificar no processo:</i>							
		• Se existem plantas cortes e alçados;		x		x			
		• Se os desenhos estão com a escala adequada;		x			x		
		• Se a sua numeração e indicação de alterações (caso existam);		x				x	
		• A coerência da organização dos pormenores construtivos.		x					x
		• Se os elementos acima mencionados estão de acordo com o projecto;		x				x	x
	2.Aspectos Gerais	2.1. Estados Limites	Estados limites últimos (ELU):						
• Verificar se estes foram estudados;					x	x			
• Verificar todo o processo de cálculo dos ELU de resistência e de encurvadura;					x		x	x	
Estados limites de utilização/serviço (ELS):									
• Verificar se estes foram estudados;					x	x			
• Verificar todo o processo de cálculo dos ELS de fendilhação e de deformação;					x		x	x	
2.2. Especificação de materiais		Betão:							
		• Verificar se a classe de betão para as fundações e para estrutura é especificada;	x				x		

2.Aspectos Gerais	2.2.Especificação de materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se as características estão de acordo com o regulamento;</li> </ul>	x				x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se o betão a empregar em obra cumprem o estipulado no RBLH;</li> </ul>	x					x	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se a classe de betão adoptada é a mais indicada;</li> </ul>	x						x
		Aço:							
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se o tipo de aço é especificado;</li> </ul>	x				x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se as características estão de acordo com o regulamento;</li> </ul>	x					x	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se o tipo de aço adoptado é o mais indicado;</li> </ul>	x					x	x	
	2.3. Segurança na escavação	No caso de escavações importantes, verificar se foi feita listagem de medidas especiais a tomar nesta situação.	x					x	x
3.Acções	3.1. Cargas verticais permanentes (G)	Verificar o valor final da carga permanente;			x		x		
		Verificar se foram tidas em conta todas as cargas permanentes (peso próprio dos elementos estruturais, peso próprio das divisórias, peso próprio de equipamentos fixos, impulso de terras);			x			x	x
		Verificar o processo de cálculo para a determinação da carga permanente;			x				x
	3.2. Cargas verticais variáveis ou sobrecargas (Q)	Verificar o valor final da sobrecarga.			x			x	
		Verificar se é mencionada a categoria de utilização do edifício;	x						x
		Verificar se os valores das sobrecargas estão de acordo com o regulamento;	x						x
		Verificar o processo de cálculo da sobrecarga;			x				
	3.3. Cargas horizontais (VENTO) (art. 20º a 25º RSA)	Verificar se a acção do vento foi tida em conta no dimensionamento;	x					x	
		Verificar a zona considerada;			x				x

3.Acções	3.3. Cargas horizontais (VENTO) (art. 20º a 25º RSA)	Verificar se todos os valores estão de acordo com a zona da construção;			x			x	
		Verificar todo o seu dimensionamento.			x				x
	3.4. Cargas horizontais (NEVE) (art. 26º e 27º RSA)	Verificar se o local da construção necessita de contabilizar a neve.	x			x			
		Verificar se a acção da neve foi tida em conta no dimensionamento.	x				x		
		Verificar se todos os valores estão de acordo com a zona da construção.			x			x	
		Verificar todo o seu dimensionamento.			x				x
	3.5. Cargas horizontais (SISMO) (art. 28º a 32º RSA)	Verificar se a acção do sismo foi tido em conta no dimensionamento;	x			x			
		Verificar a zona sísmica considerada;	x				x		
		Verificar se todos os valores estão de acordo com a zona da construção.			x			x	
		Verificar todo o seu dimensionamento.			x				x
		Verificar se a estrutura do edifício satisfaz as condições estipuladas no artigo 30.4 do RSA.		x			x	x	x
		Verificar se as medidas indicadas no artigo nº8 do REBAP, em relação aos sismos foram tidas em conta.		x				x	x
	3.6. Combinações	Verificar o processo de cálculo das combinações fundamentais dos estados limites últimos.			x		x	x	x
		Verificar o processo de cálculo das combinações fundamentais dos estados limites de utilização.			x		x	x	x
		Verificar se foi feita a alternância de sobrecargas.			x		x	x	x
		Verificar se foram feitas todas as combinações, que produzem os efeitos mais desfavoráveis na estrutura.			x		x	x	x
		Verificar se foi feita a verificação dos esforços em relação aos estados limites últimos e se esta condição está satisfeita.			x		x	x	x

4.Análise Estrutural	4.1. Cálculo dos esforços actuantes	Verificar valores finais dos esforços obtidos;			x	x				
		Verificar se os diagramas de esforços obtidos são os esperados;			x		x			
		Verificar todos os valores introduzidos no programa de cálculo automático, para a obtenção dos diagramas de esforços;			x			x		
		Verificar manualmente, os valores mais elevados obtidos no programa de cálculo;			x				x	
5.Dimensionamento	5.1. Fundações	Verificar se foram feitas prospecções geotécnicas ao terreno;	x			x	x			
		Verificar se as prospecções realizadas cumprem as normas aplicáveis;	x					x	x	
		Verificar se existe projecto de contenções no caso da escavação ser superior a 3m;	x						x	x
		Verificar se o tipo de fundação mencionada se adequa ao solo;	x				x	x		
		Verificar se a tensão oferecida pelo solo é superior à exercida pela estrutura sobre o mesmo;				x		x		
		Verificar se a resistência ao corte e ao punçoamento foram tidas em conta nos cálculos;				x		x		
		Verificar se nos cálculos os valores usados correspondem aos materiais em questão;				x			x	
		Verificar todo o processo de cálculo de todos os elementos de fundação;				x				x
		Verificar se os desenhos estão de acordo com a solução determinada;			x			x	x	x
	5.2. Pilares (art. 120º a 122º REBAP)	Verificar se as dimensões são superiores às mínimas (20cm);	x				x	x		
		Verificar se a esbelteza ( $\lambda$ ) dos pilares foi estudada e se é inferior a 140;			x				x	
		Verificar o processo de cálculo dos pilares que recebem mais carga;							x	
		Verificar todo o processo de cálculo de todos os pilares;				x				x



5.Dimensionamento	5.2. Pilares (art. 120º a 122º REBAP)	Verificar se a armadura longitudinal e transversal cumprem as disposições regulamentares;		x		x	x	x	x	
		Verificar se os desenhos estão de acordo com a solução determinada;		x		x	x	x	x	
	5.3. Vigas (art. 87º a 97º REBAP)	Verificar em 50% dos casos se a altura mínima das vigas cumpre a condição imposta.	x			x				
		Verificar se a percentagem de armadura longitudinal mínima e máxima estão dentro dos limites indicados.					x			
		Verificar se foi estudada a fendilhação conforme artigo 68º do REBAP e a deformação conforme artigo 72º do REBAP (flecha max.=L/400).			x			x	x	
		Verificar o cálculo das vidas que recebem mais carga;						x		
		Verificar o cálculo de todas as vigas.							x	
		Verificar se o espaçamento máximo da armadura longitudinal está de acordo com o estipulado no REBAP.		x			x	x	x	x
		Verificar se ¼ da armadura de tracção é levada ao apoio.		x			x	x	x	x
		Esforço transversal:								
		• Verificar se foi estudado;			x		x			
		• Verificar se cumpre a condição estabelecida;			x		x			
		• Verificar o seu processo de cálculo em 50% dos casos;			x			x		
		• Verificar o seu processo de cálculo em todos os casos;			x				x	
		Torção:								
		• Verificar se foi estudada;			x		x			
		• Verificar se cumpre a condição estabelecida;			x		x			
		• Verificar o seu processo de cálculo em 50% dos casos;			x			x		
• Verificar o seu processo de cálculo em todos os casos;			x				x			

5.Dimensionamento	5.3. Vigas (art. 87º a 97º REBAP)	Verificar se a disposição das armaduras na secção cumpre os requisitos.		x		x	x	x	x	
		Verificar se os desenhos estão de acordo com a solução determinada;		x		x	x	x	x	
	5.4. Lajes maciças (art. 100º a 110º REBAP)	Verificar em 50% dos casos se a espessura se encontra dentro dos limites estabelecidos, conforme o tipo de solicitação.			x		x			
		Verificar em 50% dos cálculos se a % de armadura longitudinal cumpre os limites.			x		x	x		
		Verificar se a armadura de punçoamento foi dimensionada.			x			x		
		Verificar o cálculo das lajes que se encontram sujeitas a solicitações mais importantes;			x				x	
		Verificar o cálculo de todas as lajes.								x
		Verificar se a disposição das armaduras na secção cumpre os requisitos.		x			x	x	x	x
		Verificar se os desenhos estão de acordo com a solução determinada;		x			x	x	x	x
	5.5. Lajes aligeiradas (art. 112º a 117º REBAP)	Verificar em 50% dos casos se a espessura total se encontra dentro dos limites estabelecidos, conforme o tipo de solicitação.			x		x	x		
		Verificar em 50% dos casos a espessura mínima da lajeta (sem blocos esp.≥5cm; com blocos esp.=3 ou 4 cm).		x				x		
		Verificar o cálculo das lajes que se encontram sujeitas a solicitações mais importantes;			x				x	
		Verificar o cálculo de todas as lajes;			x					x
		Verificar se a disposição das armaduras na secção cumprem os requisitos.		x			x	x	x	x
		Verificar se os desenhos estão de acordo com a solução determinada;		x			x	x	x	x
	5.6. Paredes (art. 123º a 126º REBAP)	Verificar se as paredes enterradas foram dimensionadas tendo em conta o impulso das terras, e a posição do nível freático.						x		

5.Dimensionamento	5.6. Paredes (art. 123º a 126º REBAP)	Verificar se a espessura é no mínimo de 10cm.		x			x		
		Verificar se foi estudada a esbelteza, $\lambda$ , sendo que esta deverá ser $\leq 120$ .			x			x	
		Verificar a percentagem total de armadura, conforme o tipo de aço usado, tendo como máximo 4% da secção da parede.			x				x
		Verificar o cálculo de todas as paredes resistentes.			x				x
		Verificar se a disposição das armaduras na secção cumprem os requisitos.		x			x	x	x
		Verificar se os desenhos estão de acordo com a solução determinada;		x			x	x	x
	5.7. Vigas-Parede (art. 128º a 131º REBAP)	Espessura:							
		• Verificar em 25% dos casos se a espessura é superior a 10cm.			x				x
		• Verificar em 50% dos casos se a espessura é superior a 10cm.			x				x
		• Verificar em todos os casos se a espessura é superior a 10cm.			x				x
		Armadura principal:							
		• Verificar se a armadura principal foi calculada;				x			
		• Verificar em 25% dos casos o cálculo da armadura principal;				x			x
		• Verificar em 50% dos casos o cálculo da armadura principal;				x			x
		• Verificar o cálculo da armadura principal em todas as vigas parede;				x			x
		Esforço transverso:							
		• Verificar se foi estudado;				x			
		• Verificar se cumpre a condição estabelecida;				x			x
		• Verificar o seu processo de cálculo em 50% dos casos;				x			x
		• Verificar o seu processo de cálculo em todos os casos;				x			x

5.Dimensionamento	5.7. Vigas-Parede (art. 128º a 131º REBAP)	No caso de apoios directos, verificar em 25% dos casos, se a reacção no apoio não excede: nos apoios extremos – $0,8 \times f_{cd} \times b \times a$ ; e nos apoios intermédios – $1,2 \times f_{cd} \times b \times a$ .			x		x		
		No caso de apoios directos, verificar em 50% dos casos, se a reacção no apoio não excede: nos apoios extremos – $0,8 \times f_{cd} \times b \times a$ ; e nos apoios intermédios – $1,2 \times f_{cd} \times b \times a$ .			x			x	
		No caso de apoios directos, verificar em todos os casos, se a reacção no apoio não excede: nos apoios extremos – $0,8 \times f_{cd} \times b \times a$ ; e nos apoios intermédios – $1,2 \times f_{cd} \times b \times a$ .			x				x
		Verificar se foi dimensionada a armadura da alma;			x		x		
		Verificar se a sua percentagem está de acordo com o tipo de aço usado;						x	x
		Verificar se o espaçamento máximo dos varões não excede 30cm.				x	x	x	x
		• Verificar espaçamento em cerca de 25% dos elementos estruturais;		x		x	x		
		• Verificar espaçamento em cerca de 50% dos elementos estruturais;		x				x	
		• Verificar espaçamento em todos os elementos estruturais.		x					x
		6.Disposições construtivas	6.1. Agrupamento (artigo 76º do REBAP).	Verificar se existem agrupamentos de armaduras e se estes cumprem as condições expostas.		x			x
6.2. Distâncias mínimas	Verificar se a distância mínima entre armaduras (2cm; maior dimensão do inerte):								
	• Verificar esta distância em cerca de 25% dos elementos estruturais;			x		x	x		

6. Disposições construtivas	6.2. Distâncias mínimas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar esta distância em cerca de 50% dos elementos estruturais;</li> </ul>		x				x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar esta distância em todos os elementos estruturais.</li> </ul>		x						x
	6.3. Recobrimento mínimo	Verificar se foi adoptado o recobrimento mínimo adequado;		x		x				
		Verificar em cerca de 25% dos elementos estruturais se o recobrimento está de acordo com o estipulado no REBAP.		x			x			
		Verificar em cerca de 50% dos elementos estruturais se o recobrimento está de acordo com o estipulado no REBAP.		x					x	
		Verificar se todos os elementos estruturais possuem o recobrimento de acordo com o estipulado no REBAP.		x						x
	6.4. Comprimento de amarração	Verificar a amarração dos varões:								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se é usado um dos processos indicados (recta, gancho ou cotovelo, laços ou dispositivos mecânicos).</li> </ul>		x		x	x	x	x	x
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se este comprimento foi determinado;</li> </ul>				x				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se o comprimento cumpre os mínimos (10<math>\phi</math>; 100mm).</li> </ul>					x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conferir o processo de cálculo em 50% dos elementos;</li> </ul>							x	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o processo de cálculo em todos os elementos estruturais.</li> </ul>								x
	6.5. Emenda de varões	Verificar comprimento de sobreposição de armadura:								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se este comprimento foi determinado;</li> </ul>			x	x				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se é superior ao mínimo (15<math>\square</math>; 20cm):</li> </ul>			x		x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar o processo de cálculo deste comprimento em 50% dos elementos estruturais;</li> </ul>			x				x	

6. Disposições construtivas	6.5. Emenda de varões	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar o processo de cálculo do comprimento de sobreposição de todos os elementos estruturais.</li> </ul>			x				x	
		Verificar a contabilização do comprimento de sobreposição nos elementos estruturais:								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar num dos elementos;</li> </ul>			x	x				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar em 50% dos elementos;</li> </ul>			x		x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar em todos os elementos este comprimento.</li> </ul>			x			x	x	
7. Pormenorização	7.1. Geral	Os cortes e as plantas estruturais devem estar devidamente cotados, numa escala adequada (visível e esclarecedora);			x	x	x	x	x	
		As secções dos elementos estruturais devem estar devidamente cotadas;			x	x	x	x	x	
		Existência de desenhos elucidativos sobre a disposição das armaduras nos diversos elementos, devidamente cotados;			x	x	x	x	x	
		Existência de pormenores de transição de armadura nas diferentes secções dos elementos estruturais;			x	x	x	x	x	
		Deve existir indicação gráfica da posição do eixo das vigas;			x	x	x	x	x	
		Deve existir indicação gráfica da posição do eixo das vigas;			x	x	x	x	x	
		Pormenorização individualizada, ou devidamente agrupada dos elementos integrantes das fundações;			x	x	x	x	x	
		Existência de pormenores tipo;			x	x	x	x	x	
8. Processo	8.1. Medições	Verificar se os valores são aceitáveis.	x			x	x			
		Verificar as medições que pareçam excessivas.	x					x		
		Verificar todas as medições;							x	
	8.2. Orçamento	Verificar o preço final.	x			x				
		Verificar preços mais altos.	x				x			
		Verificar com mais detalhe o orçamento.	x					x	x	

#### 4.4. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE DE ÁGUAS E ESGOTOS

A revisão dos projectos de redes de abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e pluviais, deve ser feita tendo por base, um conjunto de verificações de conformidade baseadas no DR 23/95 de 23 de Agosto.

Este documento, intitulado de *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais*, tem o objectivo de estabelecer “regras” que assegurem um bom funcionamento da rede, preservando a segurança, a saúde e o conforto dos utentes.

A elaboração da listagem para esta especialidade, (tabela 4.5), foi fruto da análise dos artigos do mencionado regulamento actualmente em vigor, que se adequam para este efeito.

Para uma maior facilidade de aplicação, tomou-se a decisão de fazer uma listagem de itens a verificar em cada um dos projectos em separado. No caso de se tratar de um edifício novo vão ser usadas as 3 listas, mas caso se trate de uma remodelação, pode não ser necessário tal facto.

##### 4.4.1. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE PREDIAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

A alimentação de água a edifícios é normalmente obtida através de ramal de ligação que estabelece a ligação entre a conduta de distribuição pública de água potável e o sistema predial. Nas situações de inexistência de rede pública de distribuição poder-se-á recorrer à captação de água de poços, a qual deverá sofrer os tratamentos adequados de modo a garantir a sua potabilidade, salvaguardando assim as condições indispensáveis à garantia da saúde pública.

Os sistemas prediais cuja alimentação é assegurada através de rede pública de distribuição terão obrigatoriamente de ser independentes de outros sistemas de alimentação com origem diferente.

Os valores das pressões máximas e mínimas na rede pública de distribuição, no ponto de inserção da rede predial, deverão ser fornecidos pela entidade gestora da distribuição pública de água potável.

A alimentação de água aos edifícios pode ser feita à custa de três processos: *alimentação directa*, *alimentação indirecta* e *solução mista*.

Na *alimentação directa*, a alimentação do sistema é feita directamente, através da sua ligação à rede pública de distribuição de água, podendo intercalar entre ambas um elemento sobrepessor, nos casos em que o sistema público não disponibilize condições ideais de pressão de modo a garantir um correcto desempenho funcional dos dispositivos de utilização instalados.

Na *alimentação indirecta*, a alimentação do sistema predial é feita indirectamente através da adopção de reservatórios onde a água proveniente da rede pública de distribuição é acumulada, sendo posteriormente e a partir destes feita a sua distribuição pelo edifício. O recurso a este tipo de alimentação só deverá ser equacionado em situações em que seja inviável proceder à alimentação do sistema predial por um dos métodos referenciados na alimentação directa, uma vez que a acumulação de água em reservatórios requer cuidados especiais de concepção e manutenção dos mesmos, de forma a garantir a potabilidade da água armazenada.

Quando as condições de pressão e caudal disponibilizadas pela rede pública de distribuição são insuficientes para alimentar todos os dispositivos de utilização instalados, de modo a garantir da parte destes um desempenho funcional satisfatório, poder-se-á recorrer à acumulação de água num reservatório de acumulação, colocado na parte mais elevada do edifício, fazendo-se a distribuição predial a partir deste, nos casos em que a pressão disponibilizada pela rede pública possibilite o seu abastecimento.

Se nas condições anteriormente descritas, a pressão disponibilizada pela rede pública não permitir o abastecimento de um reservatório colocado no topo do edifício, opta-se pela instalação do reservatório na base do edifício a partir do qual com recurso a um sistema de bombagem, a água será encaminhada a um outro reservatório instalado no topo do edifício para que a partir deste se faça a distribuição. Nos casos em que não se pretenda instalar um reservatório no topo do edifício, pode-se apenas instalar um na base do edifício e a partir do qual, com recurso a um sistema de bombagem proceder-se ao abastecimento do edifício.

A *solução mista de alimentação*, é equacionada no caso de edifícios de grande altura, neste caso até determinado piso do edifício a alimentação é feita directamente pela rede pública (até onde a pressão disponibilizada o permitir), nos restantes pisos a alimentação é assegurada através de um sistema sobressor.

As redes de distribuição de água são constituídas pelas seguintes partes:

*Ramal de ligação* – canalização compreendida entre a rede pública e o limite da propriedade a alimentar.

*Ramal de introdução colectivo* – canalização compreendida entre o limite da propriedade e os ramaís de introdução individuais dos utentes.

*Ramal de introdução individual* – canalização compreendida entre o ramal de introdução colectivo e os contadores individuais dos utentes, ou entre o limite predial e o contador, no caso de se destinar à alimentação de uma só habitação.

*Ramal de distribuição* – canalização compreendida entre os contadores individuais e os ramaís de alimentação.

*Ramal de alimentação* – canalização destinada a alimentar os diferentes dispositivos de utilização instalados.

*Coluna* – canalização de prumada de um ramal de introdução ou de um ramal de distribuição [21].



Tabela 4.5 – Lista de verificação – Distribuição de Água.

Âmbito – Projecto da Rede Predial de Distribuição de Água										
Item	Ponto de controlo	Tarefas	P.E.	P.D.	M.C.	Nível de Revisão DCL				
						1	2	3	4	
1.Projecto	1.1. Peças escritas	<i>Verificar no processo:</i>								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>A existência da memória descritiva e justificativa e mapas de cálculo;</li> </ul>	x			x	x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Se existe o termo de responsabilidade do autor do projecto;</li> </ul>	x				x			
	1.2. Peças desenhadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se o processo possui todos os elementos anteriormente mencionados e se estes estão de acordo com o projecto.</li> </ul>	x			x		x	x	
		<i>Verificar no processo:</i>								
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Se existem plantas cortes e alçados;</li> </ul>			x		x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Se os desenhos estão com a escala adequada;</li> </ul>			x		x			
		<ul style="list-style-type: none"> <li>A sua numeração e indicação de alterações;</li> </ul>			x			x		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>A coerência da organização dos pormenores construtivos;</li> </ul>			x				x	
	2.Sistema de Abastecimento	2.1. Pressão e sistema elevatório	Verificar se a pressão mínima de 100kPa é assegurada.				x	x	x	x
			Verificar qual a pressão mínima necessária para abastecer em condições o edifício.				x	x	x	x
			Verificar o dimensionamento do sistema elevatório.				x	x	x	x
2.2. Material		Verificar se o material das tubagens e acessórios é mencionado;	x				x	x		
		Verificar se o material adoptado é o mais indicado para o fim destinado e está de acordo com o prescrito em regulamento;	x						x	

2. Sistema de Abastecimento	2.3. Traçado da rede	Verificar se o traçado da rede é coerente;		x		x			
		Verificar se a numeração dos nós da rede foi feita;		x			x		
		Verificar em 50% das fracções se a numeração dos nós está de acordo com a introduzida no programa de cálculo automático;		x				x	
		Verificar em todas as fracções se a numeração dos nós está de acordo com a introduzida no programa de cálculo automático;		x					x
		Verificar se as prescrições do regulamento são satisfeitas;		x		x	x	x	x
3. Alimentação do Edifício	3.1. Fonte de alimentação	Alimentação dos ramais assegurada apenas com água da rede pública.		x		x	x	x	x
4. Dimensionamento da Rede Interna	4.1. Pressão de serviço nos dispositivos	Pressão nos dispositivos (150kPa e os 300kPa):							
		• Verificar numa fracção os limites da pressão;		x		x			
		• Verificar em 50% das fracções os limites da pressão;		x			x		
		• Verificar em todas as fracções os limites da pressão.		x				x	
		• Verificar o cálculo da pressão nos locais mais desfavoráveis (ponto mais alto e ponto mais afastado).		x					x
	4.2. Caudais de cálculo	Verificar em 25% das fracções os caudais instantâneos;		x			x		
		Verificar em 75% das fracções os caudais instantâneos;		x				x	
		Verificar todos os caudais instantâneos;		x					x
Verificar se o coeficiente de simultaneidade foi tido em conta.			x			x			

4. Dimensionamento da Rede Interna	4.2. Caudais de cálculo	Ver se o coeficiente de simultaneidade foi tido em conta nos cálculos e se o valor adoptado está de acordo com a dimensão do projecto.			x			x	x
	4.3. Velocidade de escoamento	Verificar limites da velocidade (0,5m/s e 2m/s):							
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar se na fracção mais afastada os limites são cumpridos;</li> <li>Verificar se em todos os troços estes limites são cumpridos.</li> </ul>			x	x	x		
	4.4. Rugosidade do material	Verificar se o valor mencionado corresponde ao material adoptado.			x	x	x		
		Verificar se este parâmetro foi tido em conta nos cálculos;			x			x	x
	4.5. Pressão nos fluxómetros	Verificar em 50% das fracções se as pressões estão de acordo com os diâmetros.			x		x		
		Verificar em 75% das fracções se as pressões estão de acordo com os diâmetros.			x			x	x
	4.6. Verificação de requisitos da água quente	Ver se existe aparelho de produção de água quente.	x				x		
		Verificar o dimensionamento deste aparelho no ponto mais desfavorável.			x		x		
		Verificar o dimensionamento de 75% dos aparelhos;						x	x
		Verificar se a potência ou o volume, (conforme o tipo de aparelho), estão de acordo com os caudais necessários;			x				x
		Ver se a sua escolha é a mais indicada/económica ao tipo de edifício;	x						x
	4.7. Isolamento das tubagens	Verificar se é referido o isolamento das tubagens.	x				x	x	

4. Dimensionamento da Rede Interna	4.7. Isolamento das tubagens	Verificar se o isolamento é indicado para o tipo de tubagem a isolar.	x					x	x	
		Verificar se está previsto o isolamento em todas as tubagens.	x							x
	4.8. Válvulas	Verificar se está prevista a colocação de válvulas;	x				x			
		Verificar aleatoriamente nos pontos mais evidentes (p.e. contadores e aparelhos de produção de água quente) se as válvulas estão previstas.		x				x		
		Verificar em 50% das fracções se as válvulas estão devidamente localizadas de acordo com as suas funções.		x					x	
		Verificar em todas as fracções se as válvulas estão devidamente localizadas de acordo com as suas funções.		x						x
		Verificar em 50% das fracções se as perdas de carga foram tidas em conta no dimensionamento da rede.			x			x	x	
		Verificar em todas das fracções se as perdas de carga foram tidas em conta no dimensionamento da rede.			x					x
		Verificar dimensionamento dos troços mais desfavoráveis;			x			x		
	4.9. Cálculos	Verificar todos os valores introduzidos no programa de cálculo;			x				x	
		Verificar o cálculo de todos os troços, assegurando que cumpre todos os requisitos;			x					x
		Verificar se está esquematizado.		x				x		
	4.10. Contador	Verificar a sua localização.		x				x		
		Certificar que existe um por cada fogo.		x				x	x	x

4. Dimensionamento da Rede Interna	4.11. Reservatório	Verificar se existe.	x			x				
		Verificar se o seu volume é suficiente.			x		x	x	x	
		Verificar o seu local de implantação.		x			x	x	x	x
		Verificar o material do reservatório.	x				x	x	x	x
5. Processo	5.1. Medições	Verificar se os valores são aceitáveis.	x			x	x			
		Verificar as medições que pareçam excessivas.	x					x		
		Verificar todas as medições;							x	
	5.2. Orçamento	Verificar o preço final.	x				x			
		Verificar preços mais altos.	x					x		
		Verificar com mais detalhe o orçamento.	x						x	x

#### 4.4.2. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

A drenagem predial das águas residuais domésticas é normalmente obtida através de ramal de ligação, que estabelece a conexão entre a câmara de ramal de ligação e o colector público. Nos casos em que não existe sistema público de drenagem, o que só é de admitir excepcionalmente, caso se trate de pequenos aglomerados populacionais ou habitações isoladas, poder-se-á recorrer à criação de sistemas simplificados de drenagem, como fossas sépticas seguidas de sistemas complementares de tratamento, tendo em conta os aspectos inerentes à salvaguarda da saúde pública, fundamentalmente no que se refere à não contaminação das linhas de água e dos lençóis freáticos.

Independente do sistema de drenagem público ou da sua inexistência, a montante das câmaras de ramal de ligação, os sistemas prediais de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais têm de ser separativos, fazendo-se a sua ligação ao sistema público de drenagem através de um ou dois ramais de ligação, assim se trate de um sistema público de tipo separativo ou unitário.

Na inexistência de sistema público de drenagem, apenas deverão ser conduzidas para os sistemas simplificados de drenagem as águas residuais domésticas.

Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais não são permitidos lançamentos das matérias e materiais a seguir discriminadas: matérias explosivas ou inflamáveis; matérias radioactivas em elevada concentração; efluentes de laboratórios ou instalações hospitalares; entulhos, areias ou cinzas; efluentes a temperaturas superiores a 30°C; lamas provenientes de fossas sépticas, gorduras ou óleos provenientes de câmara de retenção; sobejos de comida mesmo que triturada e efluentes de unidades industriais que contenham matérias proibidas regulamentarmente.

A drenagem deverá ser feita em função dos níveis altimétricos de recolha das águas residuais domésticas relativamente ao nível do arruamento em que o colector público de drenagem está instalado. Os processos de drenagem são a *drenagem gravítica*, *drenagem com elevação* e *sistemas mistos de drenagem*.

A *drenagem gravítica*, é usada nas situações em que as águas residuais domésticas são recolhidas ao nível do arruamento em que se encontra instalado o colector público de drenagem, ou a nível superior, a sua condução até este terá de ser feita exclusivamente por acção da gravidade.

A *drenagem com elevação*, é opção quando a recolha das águas residuais domésticas se processa a um nível inferior ao do arruamento em que está instalado o colector público de drenagem, estas deverão ser elevadas por meios mecânicos para uma cota no mínimo igual à do arruamento, a partir do qual e por gravidade deverão ser conduzidas para o sistema público de drenagem.

Os *sistemas mistos de drenagem* são usados nas situações em que se verifique num mesmo edifício recolha de águas residuais a níveis superior e inferior ao do arruamento onde se encontra instalado o colector público de drenagem. Nesta situação a drenagem deverá processar-se de acordo com os requisitos atrás especificados para cada uma das situações, na condução dos caudais até à câmara de ramal de ligação e, a partir daí, proceder à sua condução por gravidade até ao colector público de drenagem.

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são constituídos pelos seguintes elementos:

*Ramais de descarga* – canalização destinada ao transporte das águas provenientes dos aparelhos sanitários para o tubo de queda ou colector predial.

*Ramais de ventilação* – canalização destinada a assegurar o fecho hídrico nos sifões, quando tal não seja feito por outra forma.

*Tube de queda* – canalização destinada a aglutinar em si as descargas provenientes dos pisos mais elevados, a transportá-las para o colector predial e a ventilar a rede predial pública.

*Colunas de ventilação* – canalização destinada a completar a ventilação feita através do tubo de queda.

*Collectores prediais* – canalização destinada a aglutinar em si as descargas dos tubos de queda e dos ramais de descarga provenientes do piso adjacente, e transportá-las para outro tubo de queda ou ramal de ligação.

*Ramal de ligação* – canalização compreendida entre a câmara de ramal de ligação e o colector público de drenagem, destinada a conduzir as águas residuais provenientes da rede predial para a rede pública.

*Acessórios* – dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de possibilitar as operações de manutenção e conservação e a retenção de determinadas matérias, e de garantir as condições de habitabilidade dos espaços ocupados [21].

A tabela 4.6, elaborada com base no DR 23/95 de 23 de Agosto, foca os itens a analisar na revisão de um projecto desta especialidade.

Tabela 4.6 – Lista de verificação – Drenagem de Águas Residuais Domésticas.

Âmbito – Rede de Drenagem das Águas Residuais Domésticas									
Item	Ponto de controlo	Tarefas	P.E.	P.D.	M.C.	Nível de Revisão DCL			
						1	2	3	4
1.Projecto	1.1. Peças escritas	<i>Verificar se no processo:</i>							
		• A existência da memória descritiva e justificativa e mapas de cálculo.	x		x	x	x		
		• Se existe o termo de responsabilidade do autor do projecto;	x				x		
		• Se o processo possui todos os elementos anteriormente mencionados e estes estão de acordo com o projecto.	x		x			x	x
	1.2. Peças desenhadas	<i>Verificar no processo:</i>							
		• Se existem plantas cortes e alçados;		x		x			
		• Se os desenhos estão com a escala adequada;		x			x		
		• A sua numeração e indicação de alterações (caso existam);		x				x	
		• A coerência da organização dos pormenores construtivos.		x					x
		• Se os elementos acima mencionados estão de acordo com o projecto;		x				x	x
2.Especificações	2.1. Material	Verificar se o material das tubagens e acessórios é mencionado;	x			x	x		
		Verificar se o material adoptado é o mais indicado para o fim destinado e está de acordo com o prescrito em regulamento;	x					x	x
		Verificar se nos cálculos o coeficiente de rugosidade foi tido em conta.			x	x	x		
		Verificar se o coeficiente de rugosidade corresponde ao material adoptado.			x			x	x



2. Especificações	2.2. Traçado da rede	Verificar se o traçado da rede é coerente;		x		x				
		Verificar se a numeração dos nós da rede foi feita;		x			x			
		Verificar em 50% das fracções se a numeração dos nós está de acordo com a introduzida no programa de cálculo;		x					x	
		Verificar em todas as fracções se a numeração dos nós está de acordo com a introduzida no programa de cálculo automático;		x						x
		Verificar se as prescrições do regulamento são satisfeitas;		x			x	x	x	x
		Verificar em 50% das fracções se os tubos de queda não atravessam nenhum elemento estrutural;		x			x	x		
		Verificar em todas as fracções se os tubos de queda não atravessam nenhum elemento estrutural;		x					x	x
		Verificar a ligação do tubo de queda ao colector predial (devem usar-se forquilhas ou câmaras de inspecção);		x			x	x	x	x
		Verificar se a montante das câmaras de ramal de ligação se procede à separação das águas residuais domésticas e as águas pluviais;		x			x	x	x	x
	2.3. Identificação dos diâmetros	Verificar se a identificação dos respectivos diâmetros das tubagens está registada no traçado;		x			x	x		
		Verificar em 50% das fracções se os diâmetros registados estão de acordo com o mapa de cálculo;		x					x	
		Verificar em todas as fracções se os diâmetros registados estão de acordo com o mapa de cálculo;		x						x

3. Rede de Drenagem – Ramais de Descarga Dimensionamento	3.1. Caudais de cálculo	Verificar aleatoriamente 50% dos caudais de descarga considerados;			x	x	x		
		Verificar todos dos caudais de descarga considerados;			x			x	x
		Verificar se o coeficiente de simultaneidade foi tido em conta.			x	x	x		
		Verificar se o valor adoptado para o coeficiente de simultaneidade é o correcto.			x			x	x
	3.2. Inclinação da tubagem	Verificar se a inclinação das tubagens se encontra dentro dos limites (10 a 40mm/m).			x	x	x	x	x
	3.3. Diâmetros dos ramais de descarga individuais	Verificar se o dimensionamento foi feito para secção cheia (atenção à distância entre o sifão e a secção ventilada);			x	x	x	x	x
		Verificar aleatoriamente em 50% das fracções o diâmetro dos ramais de descarga.				x	x		
		Verificar em todas as fracções o diâmetro dos ramais de descarga.			x			x	x
	3.4. Ramais não individuais	Verificar em 50% das fracções se o dimensionamento foi feito para meia secção.			x	x	x		
		Verificar em todas as fracções se o dimensionamento foi feito para meia secção e se a secção do ramal não diminui no sentido do escoamento.			x			x	x
4. Rede de drenagem – Tubos de Queda	4.1. Dimensionamento	Verificar se o diâmetro nominal mínimo é de 50mm.			x	x	x	x	x
		Verificar a continuidade do diâmetro dos tubos.		x			x	x	x
		Verificar aleatoriamente 50% dos caudais de cálculo e certificar se estão de acordo com os caudais de descarga.			x	x	x		
		Verificar se todos os caudais de cálculo estão de acordo com os caudais de descarga.			x			x	x

4. Rede de drenagem – Tubos de Queda	4.1. Dimensionamento	Verificar a taxa de ocupação em paralelo com o tipo de ventilação presente.	x				x	x	x		
		Verificar a existência de colunas de ventilação (alt. ≥ 35m e Q ≥ 700l/min.).	x						x	x	
	4.2. Localização de bocas de limpeza	Verificar em 25% das fracções se estão presentes em todas as mudanças de direcção;		x			x	x			
		Verificar em todas as fracções se estão presentes em todas as mudanças de direcção e em local de fácil acesso e utilização;		x					x	x	
	4.2. Localização de bocas de limpeza	Verificar se estão na vizinhança da mais alta inserção dos ramais.		x					x	x	
		Verificar se existem no mínimo de 3 em 3 pisos, junto da inserção dos ramais de descarga respectivos, sendo aconselhável em todos os pisos.		x					x	x	
		Verificar se existem na parte superior, junto às curvas de concordância com o colector predial.		x					x	x	
		Verificar se o diâmetro mínimo é igual ao do respectivo tubo de queda.		x	x				x	x	
	5. Rede de drenagem – Colectores Prediais	5.1. Dimensionamento	Verificar se os caudais de cálculo estão de acordo com os caudais de descarga que nele descarregam.			x		x	x	x	x
			Verificar se o dimensionamento foi feito para escoamento a meia secção;			x		x	x	x	x
Verificar se a inclinação se situa entre os 10mm/m e 40mm/m;					x			x	x	x	
Verificar se o coeficiente de rugosidade do material foi considerado nos cálculos;					x		x	x			
Verificar se o coeficiente de rugosidade do material corresponde ao material da tubagem;					x				x	x	

5. Rede de drenagem – Colectores Prediais	5.2. Diâmetro	Verificar se o diâmetro mínimo é de 100mm;			x	x	x	x	x	
		Verificar se o diâmetro mínimo não é inferior ao maior dos diâmetros das canalizações a ele ligadas com um mínimo de 100mm;		x				x	x	x
		Verificar se a secção do colector não diminui no sentido do escoamento;		x			x	x	x	x
6. Ventilação	6.1. Tipo de ventilação presente	Verificar se a ventilação concedida é suficiente para a rede em questão.	x			x	x	x	x	
		Verificar se os requisitos da ventilação primária e secundária são cumpridos.	x				x	x	x	
		Verificar em 50% das fracções se o sistema de ventilação é independente de qualquer outro existente no edifício.		x				x		
6. Ventilação	6.1. Tipo de ventilação presente	Verificar em todas as fracções se o sistema de ventilação é independente de qualquer outro existente no edifício.		x				x	x	
		Verificar se é necessária a sua implantação;		x			x	x	x	x
	6.2. Ramais de ventilação	Verificar em 50% das fracções se o diâmetro dos ramais de ventilação é igual ou superior a 2/3 do diâmetro dos ramais de descarga;			x		x	x		
		Verificar em todas as fracções se o diâmetro dos ramais de ventilação é igual ou superior a 2/3 do diâmetro dos ramais de descarga;			x			x	x	
	6.3. Colunas de ventilação	Verificar se é necessária a sua implantação.		x			x	x	x	x
		Verificar em 25% das fracções se a ligação aos tubos de queda é feita no mínimo de 3 em 3 pisos.						x		
		Verificar em 50% das fracções se a ligação aos tubos de queda é feita no mínimo de 3 em 3 pisos.							x	



#### 4.4.3. LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA A REVISÃO DO PROJECTO DA REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS PLUVIAIS

A drenagem das águas residuais pluviais dos edifícios é normalmente obtida através do ramal de ligação, que estabelece a ligação entre a câmara de ramal de ligação e o colector público, ou através de valetas de arruamentos.

Independentemente do tipo de sistema de drenagem público ou da sua inexistência, a montante da câmara de ramal de ligação os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais têm de ser separativos, fazendo-se a sua ligação à rede pública de drenagem através de um ou dois ramais de ligação, assim se trate de rede pública de tipo separativo ou unitário. No caso de inexistência de rede pública de drenagem, as águas residuais pluviais não deverão em caso algum ser conduzidas para eventuais sistemas simplificados de tratamento de águas residuais existentes.

Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais pluviais são apenas permitidos os lançamentos de águas residuais provenientes das chuvas; provenientes de rega de jardins, lavagem de arruamentos, pátios e parques de estacionamento; provenientes de circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento; provenientes de piscinas e depósitos de armazenamento de água e provenientes da drenagem do subsolo.

Em função dos níveis altimétricos de recolha das águas residuais pluviais, relativamente ao nível do arruamento em que o colector público de drenagem está instalado, no caso de a drenagem ser feita directamente para o sistema público, a drenagem predial será obtida por um dos seguintes processos drenagem gravítica, drenagem com elevação ou por um sistema misto.

Opta-se pela drenagem gravítica nas situações em que as águas residuais pluviais ou equiparadas são recolhidas a nível superior ao do arruamento em que se encontra instalado o colector público de drenagem, a sua condução terá de ser feita única e exclusivamente por acção da gravidade até ao colector público de drenagem ou a valeta do arruamento.

A drenagem com elevação aplica-se sempre que a recolha das águas residuais pluviais ou equiparadas se processe a um nível inferior ao do arruamento em que está instalado o colector público de drenagem, estas deverão ser elevadas por meios mecânicos para uma cota no mínimo igual ao do arruamento, a partir do qual e por gravidade deverão ser conduzidas para a rede pública de drenagem ou para a valeta do arruamento.

Os sistemas mistos de drenagem devem ser usados nos casos em que se verifique que a recolha das águas residuais pluviais ou equiparadas a níveis superiores e inferiores ao do arruamento onde está instalado o colector público de drenagem, deverá proceder-se de acordo com os requisitos referidos para cada uma das situações atrás especificadas, na condução dos caudais até à câmara de ramal de ligação e a partir daí proceder à sua condução por gravidade até ao colector público de drenagem ou valeta do arruamento.

Os sistemas de drenagem de águas residuais pluviais são constituídos pelos seguintes elementos:

*Caleiras e algerozes* – dispositivos de recolha destinados a conduzir as águas para ramais ou tubos de queda.

*Ramais de descarga* – canalização destinada ao transporte das águas provenientes dos dispositivos de recolha (ralos, etc) para o tubo de queda ou colector predial.

*Tubos de queda* – canalização destinada a aglutinar em si as descargas provenientes das zonas de recolha e a transportá-las para o colector predial ou valeta.

*Colectores prediais* – canalização destinada a aglutinar em si as descargas provenientes dos tubos de queda e eventualmente de ramais adjacentes, transportá-las até à câmara de ramal de ligação e posteriormente para o ramal público.

*Colunas de ventilação* – canalização destinada eventualmente a ventilar poços de bombagem (instalação de elevação), compreendida entre estes e a sua abertura para a atmosfera.

*Ramal de ligação* – canalização compreendida entre a câmara de ramal de ligação e o colector público destinada a conduzir as águas residuais da rede predial para a rede pública.

*Acessórios* – dispositivos a intercalar nos sistemas, no sentido de possibilitar as operações de manutenção, retenção e garantia de boas condições de habitabilidade dos espaços. [21]

A tabela 4.7, elaborada com base no DR 23/95 de 23 de Agosto, foca os itens a analisar na revisão de um projecto desta especialidade.

Tabela 4.7 – Lista de verificação – Drenagem de Águas Residuais Pluviais.

Âmbito – Rede de Drenagem das Águas Residuais Pluviais										
Item	Ponto de controlo	Tarefas	P.E.	P.D.	M.C.	Nível de Revisão DCL				
						1	2	3	4	
1.Projecto	1.1. Peças escritas	<i>Verificar no processo:</i>								
		• A existência da memória descritiva e justificativa e mapas de cálculo.	x		x	x	x			
		• Verificar se existe o termo de responsabilidade do autor do projecto;	x				x			
		• Verificar se o processo possui todos os elementos anteriormente mencionados e estes estão de acordo com o projecto.	x		x			x	x	
	1.2. Peças desenhadas	<i>Verificar no processo:</i>								
		• Verificar se existem plantas cortes e alçados;		x		x				
		• Verificar se os desenhos estão em escala adequada;		x			x			
		• Verificar a sua numeração e indicação de alterações (caso existam);		x				x		
		• Verificar a coerência da organização dos pormenores construtivos.		x					x	
		• Verificar se elementos acima mencionados estão de acordo com o projecto;		x				x	x	
	2.Especificações	2.1. Material	Verificar se o material das tubagens e acessórios é indicado;	x			x	x		
			Verificar se o material adoptado é o mais indicado para o fim destinado e está de acordo com o prescrito em regulamento;	x					x	x
Verificar se nos cálculos o coeficiente de rugosidade foi tido em conta.					x	x	x			
Verificar se o coeficiente de rugosidade corresponde ao material adoptado.					x			x	x	



2. Especificações	2.2. Traçado	Verificar se o traçado da rede é coerente;		x		x			
		Verificar se a numeração dos nós da rede foi feita;		x			x		
		Verificar em 50% das fracções se a numeração dos nós está de acordo com a introduzida no programa de cálculo automático;		x				x	
		Verificar em todas as fracções se a numeração dos nós está de acordo com a introduzida no programa de cálculo automático;		x					x
		Verificar se as prescrições do regulamento são satisfeitas;		x		x	x	x	x
		Verificar em 50% das fracções se os tubos de queda não atravessam nenhum elemento estrutural;		x		x	x		
		Verificar em todas as fracções se os tubos de queda não atravessam nenhum elemento estrutural;		x				x	x
		Verificar a ligação do tubo de queda ao colector predial (devem usar-se forquilhas ou câmaras de inspecção);		x		x	x	x	x
		Verificar se a montante das câmaras de ramal de ligação se procede à separação das águas residuais domésticas e as águas pluviais;		x		x	x	x	x
		Verificar se a identificação dos respectivos diâmetros das tubagens está registada no traçado;		x		x	x		
		Verificar em 50% das fracções se os diâmetros registados estão de acordo com o mapa de cálculo;		x				x	
		Verificar em todas as fracções se os diâmetros registados estão de acordo com o mapa de cálculo;		x					x

3.Prescrições do Sistema	3.1. Natureza das águas lançadas no sistema	Verificar se a natureza das águas a lançar no sistema são permitidas por lei.	x			x	x	x	x	
3. Prescrições do Sistema	3.2. Tipo de ligação entre o sistema privado e o público	Verificar se a ligação é directa ou se é feita por valetas.		x		x	x	x	x	
		Verificar se as águas recolhidas a um nível inferior são devidamente conduzidas ao sistema.		x			x	x	x	
4.Ramais de Descarga	4.1. Dimensionamento	Verificar se para a obtenção do caudal cálculo foi usada a fórmula indicada ( $Q=C*I*A$ );			x	x	x	x	x	
		Verificar se o coeficiente de escoamento, adoptado corresponde ao tipo de solo e inclinação do terreno;			x		x			
		Verificar se a região pluviométrica adoptada e o coeficiente de intensidade de precipitação são os correctos;			x				x	x
		Verificar o valor da área a drenar.			x					x
		Verificar se a inclinação mínima é de 5mm/m.			x			x	x	x
		Verificar se o dimensionamento foi feito para secção cheia;			x		x	x	x	x
		Verificar se o diâmetro mínimo é de 40mm ou 50 mm em casos especiais			x			x	x	x
		Verificar se o diâmetro não diminui no sentido do escoamento.			x		x	x	x	x
5.Caleiras e Algerozes	5.1. Dimensionamento	Verificar se os caudais de cálculo obtidos, estão de acordo com a área a drenar.			x	x	x			
		Verificar se os caudais de cálculo tiveram em conta a precipitação, o período de retorno (mínimo 5 anos) e o coeficiente de escoamento;						x	x	
		Verificar em 50% dos casos a altura da lâmina líquida, esta deve ser menor que 0,7 da altura da secção transversal.			x		x			
		Verificar em todos os casos a altura da lâmina líquida, que deve ser menor que 0,7 da altura da secção transversal.			x			x	x	

5. Caleiras e Algerozes	5.1. Dimensionamento	Verificar se a inclinação mínima adoptada se encontra entre os 5 e os 10mm/m;		x	x	x	x	x
6.Tubos de Queda	6.1. Dimensionamento	Verificar se o valor do caudal de cálculo tem em conta o somatório dos caudais que descarregam no tubo de queda.		x		x	x	x
		Verificar se o diâmetro mínimo é de 50mm.		x	x	x	x	x
		Verificar se na determinação do diâmetro do tubo foi usada a fórmula correspondente ao escoamento normal, acidental ou tabelas;			x	x		
		Verificar os valores usados nas fórmulas, ou se for o caso, os valores retirados das tabelas;					x	x
		Verificar se a localização dos tubos de queda é a adequada (devem ficar visíveis ou em galerias verticais acessíveis).	x			x	x	x
		Verificar onde se processa a descarga dos tubos de queda (em colectores prediais através de forquilhas ou câmaras de inspecção ou em valetas de arruamentos);	x		x	x	x	x
		Verificar em 25% das fracções se estão presentes em todas as mudanças de direcção;	x		x	x		
		Verificar em todas as fracções se estão presentes em todas as mudanças de direcção e em local de fácil acesso e utilização;	x				x	x
		Verificar se estão na vizinhança da mais alta inserção dos ramais.	x				x	x
		Verificar se existem no mínimo de 3 em 3 pisos, junto da inserção dos ramais de descarga respectivos, sendo aconselhável em todos os pisos.	x				x	x
Verificar se existem na parte superior, junto às curvas de concordância com o colector predial.	x				x	x		
6. Tubos de Queda	6.2. Localização das bocas de limpeza	Verificar se o diâmetro mínimo é igual ao do respectivo tubo de queda.	x	x		x	x	

7.Colectores Prediais	7.1. Dimensionamento	Verificar se o dimensionamento foi feito para secção cheia;				x	x	x	x
		Verificar o processo de cálculo da determinação do diâmetro do colector;						x	x
		Verificar se a inclinação mínima é de 10mm/m.			x	x	x	x	x
		Verificar se o diâmetro mínimo é de 100mm.			x	x	x	x	x
		Verificar se a secção não diminui no sentido do escoamento.			x	x	x	x	x
8.Câmara Ramal de Ligação	8.1. Localização	Verificar se esta câmara se encontra, de preferência, fora da edificação e em zona de fácil acesso;		x		x	x	x	x
9.Processo	9.1. Medições	Verificar se os valores são aceitáveis.	x			x			
		Verificar as medições que pareçam excessivas.	x				x	x	
		Verificar todas as medições;							x
	9.2. Orçamentação	Verificar o preço final.	x			x			
		Verificar preços mais altos.	x				x		
		Verificar com mais detalhe o orçamento.	x					x	x

#### **4.5. RELATÓRIO FINAL DA REVISÃO**

No final da revisão de um projecto deverá ser redigido um relatório, sucinto e de fácil compreensão, com base nas tabelas acima ilustradas, pois o objectivo destas é auxiliar a revisão servindo de complemento ao relatório.

Ora para que este trabalho fique mais completo, passamos a apresentar um modelo que servirá de folha de rosto do relatório. Este modelo apenas contemplará aspectos muito gerais, de modo a fornecer informações de rápida interpretação.

Resumindo, o corpo do relatório final, deverá contemplar a folha de rosto sugerida, um relatório escrito onde será feita a apreciação da revisão, onde serão apresentadas novas soluções, justificadas as rejeições com base nos regulamentos em vigor e por fim, devem ser anexadas as tabelas das especialidades envolvidas.

## REVISÃO DE PROJECTO – RELATÓRIO

<b>IDENTIFICAÇÃO</b>
Empreendimento:
Dono de Obra:
Projectista:
Revisor:

<b>DESCRIÇÃO DA REVISÃO</b>			
Tipo de edifício:			
Habitação:	Hospital:	Edifício Escolar:	Escritórios:
Comércio:	Hotel:	Edifício industrial:	Outro:

<b>NÍVEL DE REVISÃO</b>			
DCL1	DCL2	DCL3	DCL4

<b>ESPECIALIDADE A REVER</b>			
Projecto Estrutural		Drenagem de Águas Residuais	
Abastecimento de Água		Drenagem de Águas Pluviais	

<b>ELEMENTOS QUE COMPÕEM O PROJECTO</b>			
	Nº		Nº
Peças Desenhadas		Notas de Cálculo	
Memória Descritiva e Justificativa		Termos de Responsabilidade	
Outros:			

### Síntese da análise:

Tópico	Sim	Não	O que falhou/Justificação.
O objectivo exposto à equipa de projectistas pelo dono da obra foi totalmente satisfeito?			
Encontra-se no processo toda a documentação solicitada pelo concurso para a obra em questão?			
As peças que compõem o processo são suficientes e claras para a correcta definição/execução da obra?			
Os materiais existem no mercado e são os indicados?			
A estimativa orçamental vai de encontro com o que o dono de obra esperava gastar?			
O prazo apresentado no planeamento satisfaz o pedido pelo dono da obra?			

### Conclusão:

Perante a análise elaborada, e de acordo com os regulamentos em vigor, declaramos que o presente projecto, **se encontra/não se encontra**, em condições de seguir para a execução da obra.

Data: / / .

O Revisor:

Anexo: fichas de análise das várias especialidades

# 5

## CONCLUSÃO

### 5.1. SÍNTESE FINAL

A premência de construir a um ritmo cada vez mais rápido, paradigma da sociedade actual, leva à adopção de práticas muitas vezes pouco testadas ou com pouco tempo de uso. Apesar da evolução tecnológica, da investigação em novos materiais e sistemas que visam facilitar e agilizar os processos construtivos, tornando mais rápida a construção de novos edifícios, a realidade é que uma percentagem significativa do parque edificado actual padece de condições de habitabilidade precárias, as quais são fruto da escassez de estudos sobre os materiais a aplicar, das soluções propostas ou até mesmo da urgência em começar a utilizar os espaços, sem se dar tempo para que os materiais sequem. [22]

No desenrolar deste trabalho, expôs-se aos profissionais a importância da realização da revisão de projectos. Apesar de se ter constado, que esta prática é corrente no estrangeiro e até se encontrar bastante desenvolvida, considera-se que a adopção de um dos modelos estrangeiros não era plausível, pois esta deve estar de acordo com a nossa regulamentação em vigor e deve ser personalizada ao tipo de construção praticada em Portugal.

A metodologia apresentada é de aplicação rápida, intuitiva e plausível de ser usada no dia-a-dia de um revisor.

Importa pois lembrar que os revisores, pertençam eles a uma entidade pública ou privada, devem ser profissionais devidamente certificados para o efeito, com vasta experiência no tipo de projecto a rever.

### 5.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Os projectos de especialidades associados ao projecto de um edifício, em geral, são: projecto geral de arquitectura, projecto de fundações e estruturas, projecto de redes de abastecimento de água, projecto de rede de drenagem de águas residuais domésticas e pluviais, projecto de redes eléctricas, projecto da rede telefónica, projecto da rede de gás, projecto dos elevadores, projecto de ventilação, projecto da rede de incêndio, projecto térmico e acústico.

Visto que para desenvolvimento do presente trabalho se optou por escolher apenas quatro dos projectos acima mencionados, seria interessante que futuramente se desenvolvesse a metodologia da revisão de projecto nas diversas especialidades.

É certo que um engenheiro civil, não tem conhecimentos sólidos e suficientes, em certas especialidades mencionadas anteriormente, seria produtivo que se forma-se uma equipa com

especialistas das diversas áreas, para assim se reunir a informação necessária, de modo a completar este documento.

O desenvolvimento deste projecto, requer um trabalho intenso, pois tem de se estudar toda a legislação referente aos diversos assuntos e condensa-la o mais possível, para que no final se obtenham tabelas apelativas de serem usadas.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] Couto, J., Couto, A. *Importância da Revisão de Projectos na redução dos custos de manutenção das construções*. Congresso Construção 2007, 17 a 19 de Dezembro, Coimbra.
- [2] Córias e Silva, Vitor, Soares, Iolanda, *A Revisão dos Projectos como Forma de Reduzir os Custos da Construção e os Encargos da Manutenção de Edifícios*.
- [3] Pimentel Santos, Luís, Moreira da Costa, Jorge, Ribeirinho Soares, Paulo, *Avaliação das Deficiências Originárias na Informação Constante dos Projectos e Documentação*. Actas do Congresso Nacional da Construção – Construção 2004: Repensar a Construção, 13-15 de Dezembro de 2004, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pág. 325 até 330, Editada pela Secção de Construções Civas e FEUP Edições, Porto.
- [4] Moreira da Costa, Jorge, *Métodos de Avaliação da Qualidade de Projectos de Edifícios de Habitação*. Dissertação apresentada em cumprimento das exigências de provas de doutoramento na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1995.
- [5] Appleton, J., *Revisão de Projectos - Enquadramento e Objectivos*. Comissão Organizadora BE 2000, Lisboa: Encontro Nacional de Betão Estrutural 2000.
- [6] Lucio Soibelman, M.ASCE; Liang Y. Liu, M.ASCE; Jeffrey G. Kirby, M.ASCE; E. William East, M.ASCE; Carlos H. Caldas, S.M.ASCE; and Ken-Yu Lin, S.M.ASCE (2003), *Design Review Checking System with Corporate Lessons Learned*, Journal of Construction Engineering and Management © ASCE, Setembro/Outubro 2003, pág. 475 até 484, 24 de Fevereiro, 2011.
- [7] C. Eastman, Jae-min Lee, Yeon-suk Jeong, Jin-kook (2009). *Automatic rule-based checking of building designs*, 30/Julho/2009, pág. 1012 até 1033, College of Architecture, Georgia Institute of Technology, United States.
- [8] James Hanson, P.E., Ph.D. (2006), *Quick Methods – Finding Errors in Structural Analysis and Design Results*, Structure Magazine, Junho 2006, pág. 11 a 13, United States.
- [9] Structural Engineers Registration, Ltd., *Guidelines for checking the structural design of buildings*, <http://www.ser-ltd.com/scotland/Bulletin/TechBulletin2.pdf> 24 de Março de 2011.
- [10] Gulvanessian, Haig, [http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1990\\_2\\_Gulvanessian.pdf](http://eurocodes.jrc.ec.europa.eu/doc/WS2008/EN1990_2_Gulvanessian.pdf) 7 de Abril de 2011.
- [11] Adão da Fonseca, António, *Os Engenheiros Civas do Século XXI*, <http://www.eccenet.org/Activities/Ethics/ethics0602.pdf>, 14 de Junho de 2011.
- [12] Emanuel M. Antunes, Bruno, *Ética Profissional: Ética e Sociedade*, Departamento de Engenharia Informática Universidade de Coimbra.
- [13] Santo, Fernando, e outros (2002). *Diagnóstico das deficiências de projecto e suas consequências*. In *Edifícios - Visão integrada de projectos e obras*, pág. 100 a 114, Ingenium Edições, Ld.ª, Lisboa.
- [14] Freitas, V.P., *Recomendações práticas para a implementação de sistemas de ventilação mistos em edifícios de habitação*, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto 2008.
- [15] Porto, J.L., *Apontamentos da disciplina Segurança Contra Incêndio em Edifícios*, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [16] Sabbatini, Henrique, *Revestimentos Conceitos Básicos*, <http://tgp-mba.pcc.usp.br/TG-006/Aulas2003/Arquivos/TG06-AULA1.pdf> 13 de Junho de 2011.

[17] Tomaz Lopes Almeida, Gonçalo, *Análise de Soluções Construtivas para a Verificação de Requisitos Térmicos e Acústicos em Edifícios de Habitação*. Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil – Reabilitação de Edifícios, 2009.

[18] Despacho nº 5493/2003 de 27 de Fevereiro Regulamento Geral das Edificações (RGE).

[19] Decreto-Lei nº235/83 de 31 de Maio, denominado de Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA).

[20] Decreto-Lei nº349-C/83 de 30 de Julho, denominado de Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP).

[21] Pedroso, Vítor. (2000). *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição de Águas*. LNEC, Lisboa.

[22] Brandão Alves, Fernando, Fernandes, Cristina. *O Futuro no Passado das Construções – Uma Lição*. 2º Congresso Nacional da Construção, 13 a 15 de Dezembro de 2004, Porto, pág. 47, Secção de Construções Cíveis, Departamento de Engenharia Civil, FEUP, Porto.