

TIPIFICAÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA SOBRE PROJECTOS DE ESTRUTURAS ENTREGUES PARA LICENCIAMENTO NA CMP

ROSA LUÍSA DA ROCHA PEIXOTO

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Jorge Moreira da Costa

JULHO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.*

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.

Pela paciência, carinho e apoio dedico este relatório de projecto ao meu Marido Luis Mateus

“ A ciência dos projectos consiste em prever as dificuldades de execução”

Vauvenargues, Luc de Clapiers

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Jorge Moreira da Costa pela compreensão e disponibilidade apresentada durante a realização deste projecto, que ultrapassou largamente todas as minhas expectativas.

Agradeço também ao meu marido pela ajuda, dedicação e compreensão, em todas as fases desta projecto

Expresso também o meu agradecimento a colegas, amigos e família que sempre me ajudaram quando foi necessário.

Por fim, um muito obrigado aos autores da variada bibliografia que consultei e pela qual me baseie para complementar o meu trabalho.

RESUMO

Numa sociedade em pleno desenvolvimento, a qualidade começa a ter contornos cada vez mais importantes. Na construção esta visão é ainda mais realçada, pois os consumidores são cada vez mais exigentes a este nível.

A qualidade terá que ser entendida, não apenas pelo aspecto exterior, mas também ao nível construtivo, de segurança e conforto.

Com base nestas novas exigências, é pertinente avaliar a qualidade dos projectos periodicamente, permitindo uma verificação da qualidade, de forma a garantir os parâmetros exigíveis.

O presente projecto, tem como objectivo, a verificação desses mesmos parâmetros, de uma forma simples e objectiva e descrevendo quantitativamente os projectos de estruturas entregues a licenciamento na Câmara Municipal do Porto, entre os anos de 1999 e 2006.

Para o efeito utilizou-se o Método de Avaliação da qualidade de projectos MC.FEUP [1], adoptando este, apenas aos projectos de estruturas.

Desta forma, criou-se uma “lista de verificação” de resposta simples e imediata, de forma a analisar questões de informação contida nos projectos, dimensionamento e pormenorização dos mesmos.

Apresentam-se os resultados obtidos após a análise de 33 projectos de estruturas de betão em edifícios, onde serão discutidos e retiradas algumas conclusões relevantes sobre a segurança estrutural dos mesmos.

Também será realizada uma comparação entre os resultados obtidos e os valores existentes no estudo efectuado em 1998 – Aferição da Qualidade do Projecto de Estruturas de Betão. [2].

PALAVRAS-CHAVE: qualidade, métodos de avaliação, objectivos parciais e principal; segurança estrutural

ABSTRACT

In a society at fully development, the quality starts to have a very important involvement. This view it's much more highlighted in the construction area, because the customers are much more demanding on this level.

The quality has to be understanding not only on the exterior side, but at construction level, security and comfort as well.

Taking from basis these new requirements, it's very important to evaluate periodically the project's quality, allowing a verification of the quality with the objective of warrant the expectable parameters.

This Project's objective it's to verify that parameters in a simple and objective way, and to describe quantitatively the delivered structure projects to licence at the Câmara Municipal of Porto between ages 1999 to 2006.

It was been choose the FEUP/MC Project's Quantity Evaluation Method [1], only to structure projects.

In this way has been created a simple and fast answering "Verifying List" to analyse project information questions, sizing and detailing of the same ones.

After 33 concrete structure building's analysed projects it's now present the results, where it's been discussed and well been take off relevant conclusions about structure security of the buildings.

Also will be made a relation between the obtained results and the existing values in a 1998 case study [2].

Keywords: quality, evaluation methods, partial and principal objectives, structure security

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos.....	ii
Resumo	iii
Abstract.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. QUALIDADE DOS PROJECTOS	3
2.1. Projecto de estruturas no contexto do Projecto do edifício.....	4
2.2. Regulamentação Portuguesa no Domínio do Projecto de Estruturas.....	5
3. CARACTERIZAÇÃO DOS PROJECTOS EM ANÁLISE.....	7
3.1. Definição da amostra a análise	8
3.2. Parâmetros da Lista de Verificação.....	9
3.2.1. Definições	9
4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS.....	11
4.1. Método de Avaliação SEL	11
4.2. Método de Avaliação QUALITEL.....	12
4.3. Método de Avaliação MC.FEUP.....	13
4.4. Método adoptado do MC.FEUP	14
5. APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	17
5.1. Perfil do Projectista.....	17
5.2. Perfil dos Elementos de Projectos Apresentados	19
5.2.1. Edifícios Unifamiliares	19
5.2.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4.....	20
5.2.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4	21
5.2.4. Total da Amostra Analisada	22
5.3. Classificação do Objectivo Parcial – Fundações	23
5.3.1. Informação Geotécnica	23
5.3.1.1. Edifícios Unifamiliares	23
5.3.1.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4.....	24
5.3.1.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4	25
5.3.1.4. Total da Amostra	26
5.3.2. Dimensionamento.....	26
5.3.2.1. Edifícios Unifamiliares	27
5.3.2.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4.....	28
5.3.2.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos superiores a 4.....	29
5.3.2.4. Total da Amostra	30
5.3.3. Distribuição Planimétrica, Altimétrica e Pormenorização.....	31
5.3.3.1. Edifícios Unifamiliares	31
5.3.3.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4.....	32
5.3.3.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4	33
5.3.3.4. Total da Amostra	34
5.3.4. Fundações – Desempenho Global.....	35
5.4. Classificação do Objectivo Parcial – Superestrutura	37
5.4.1. Superestrutura – Concepção.....	37
5.4.1.1. Edifícios Unifamiliares	37
5.4.1.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4.....	38
5.4.1.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos superiores a 4.....	39
5.4.1.4. Total da Amostra	40
5.4.2. Superestrutura – Acções	41
5.4.2.1. Edifícios Unifamiliares	42
5.4.2.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4.....	43
5.4.2.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4	44
5.4.2.4. Total da Amostra	45
5.4.3. Superestrutura – Dimensionamento.....	46
5.4.3.1. Edifícios Unifamiliares	46

5.4.3.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4	47
5.4.3.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4	47
5.4.3.4. Totalidade da Amostra	48
5.4.4. Superestrutura – pormenorização	49
5.4.4.1. Edifícios Unifamiliares	49
5.4.4.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4	50
5.4.4.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4	51
5.4.4.4. Total da Amostra	52
5.4.5. Superestrutura – Desempenho Global.....	54
5.5. Classificação do Objectivo Superior – Segurança Estrutural.....	56
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Origem das deficiências	4
Fig. 2 - Identificação das principais razões para as deficiências	5
Fig. 3 - Estatuto Profissional da amostra.....	17
Fig. 4 - Classe Profissional da amostra.....	17
Fig. 5 - Correlação entre nº de pisos e o estatuto profissional.....	18
Fig. 6 - Correlação entre nº de pisos e a classe profissional	18
Fig. 7 - Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados de Edifícios Unifamiliares	19
Fig. 8 - Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados de Edifícios Plurifamiliares <=4	20
Fig. 9 - Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados de Edifícios Plurifamiliares >4	21
Fig. 10 - Quantidades apresentadas de elementos de projecto	22
Fig. 11 - Informação Geotécnica Unifamiliares	23
Fig. 12 - Informação Geotécnica <=4 Pisos	24
Fig. 13 - Informação Geotécnica > 4 Pisos	25
Fig. 14 - Percentagens – Informação Geotécnica	26
Fig. 15 - Dimensionamento – Unifamiliares	27
Fig. 16 - Dimensionamento – Plurifamiliar <=4	28
Fig. 17 - Dimensionamento – Plurifamiliar > 4	29
Fig. 18 - Percentagens - Dimensionamento	30
Fig. 19 - Pormenorização – Unifamiliares	31
Fig. 20 - Pormenorização – Plurifamiliar <=4	32
Fig. 21 - Pormenorização – Plurifamiliar > 4	33
Fig. 22 - Percentagens – Pormenorização	34
Fig. 23 - Fundações – Desempenho Global da Estrutura	35
Fig. 24 - Fundações - Desempenho Global da Estrutura obtidas no estudo de 1998	36
Fig. 25 - Concepção – Edifícios Unifamiliares	38
Fig. 26 - Concepção – Edifícios Plurifamiliares <=4.....	38
Fig. 27 - Concepção – Edifícios Plurifamiliares > 4	39
Fig. 28 - Percentagens – Concepção	40
Fig. 29 - Acções – Unifamiliar.....	42
Fig. 30 - Acções – Plurifamiliar <=4.....	43
Fig. 31 - Acções – Plurifamiliar >4.....	44
Fig. 32 - Percentagens – Acções	45
Fig. 33 - Dimensionamento - Unifamiliares	46
Fig. 34 - Dimensionamento – Plurifamiliares <=4	47
Fig. 35 - Dimensionamento – Plurifamiliares > 4.....	47
Fig. 36 - Percentagens – Dimensionamento	48
Fig. 36 - Pormenorização - Unifamiliares	49
Fig. 38 - Pormenorização – Plurifamiliares <=4	50
Fig. 39 - Pormenorização – Plurifamiliares > 4	51
Fig. 40 - Percentagens – Pormenorização	53
Fig. 41 - Superestrutura – Desempenho Global.....	54
Fig. 42 - Superestrutura – Desempenho Global da Estrutura obtida no estudo de 1998.....	55
Fig. 43 - Distribuição das Notas dos projectos de Estruturas Analisados.....	56

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo da totalidade da amostra	8
Quadro 2 - Número de licenças analisadas	9
Quadro 3 - Designações e hierarquia da análise do método SEL	13
Quadro 4 - Escala do descritor proposta.....	14
Quadro 5 - Subdivisão do Objectivo Superior – Segurança Estrutural	15

1. INTRODUÇÃO

A sociedade encontra-se hoje cada vez mais consciente da importância da qualidade em todos os sectores económicos, e em particular no sector da construção. Essa tomada de consciência tenderá a traduzir-se, cada vez mais, numa valorização do factor qualidade como critério de selecção dos fornecedores de serviços deste sector, entre os quais sobressaem os edifícios, sob as diversas formas e para as diversas actividades.

Sendo conhecido o grande peso que o projecto tem ao longo de todo o processo de construção, manutenção e utilização dos edifícios e a falta de qualidade que ele geralmente enferma, é completamente pertinente a análise dos mesmos, de forma a verificar a este parâmetro.

A legislação a que actualmente está subordinada a actividade de projecto é simultaneamente heterogénea, dispersa, contraditória, centrada no conceito do autor individual do projecto, incipiente nas áreas da qualidade e responsabilidade, e omissa no que refere a sistemas de qualificação profissional.

Estes factos tornam, por um lado, difícil o cumprimento por parte dos técnicos, de todas as normas e regulamentos existentes, nomeadamente o Decreto-lei 555/99 de 4 de Dezembro (RJUE), e as suas portarias regulamentares. Estes diplomas mantêm o autor de projecto de arquitectura, através da subscrição de um termo de responsabilidade que envolve matérias de outras especialidades, a assumir uma responsabilidade sobre a aplicação de todos os regulamentos e normas em vigor, incluindo aqueles para os quais não tem competência técnica. Por outro lado, verifica-se a ausência de um quadro regulador das qualificações profissionais exigíveis aos autores dos projectos.

As Câmaras Municipais, a quem compete a aprovação dos projectos das construções urbanas, não dispõem de condições para assumir devidamente esta responsabilidade (os projectos de especialidades não são apreciados), limitando-se segundo a Lei, a juntar aos processos simples declarações de conformidade, assinadas pelos próprios projectistas interessados. Tal postura poderá configurar a proliferação de edifícios com deficientes comportamentos estruturais.

Face ao supra referido, a presente dissertação assenta, numa análise aos projectos de estruturas entregues a Licenciamento na Câmara Municipal do Porto, projectos esses aprovados unicamente com base na declaração de responsabilidade do técnico. E tem como objectivo verificar se existiram, alterações na qualidade dos projectos de estruturas nos últimos 10 anos.

2.

QUALIDADE DOS PROJECTOS

A qualidade dos projectos é uma exigência indispensável à garantia da qualidade global da construção, quer seja avaliada pela conformidade com as expectativas dos futuros utilizadores ou pelo rigor que assegura no cumprimento das estimativas de custo e prazos ou pelas exigências do interesse comum.

A definição dos padrões de qualidade é cada vez mais uma tarefa complexa, dependendo do tipo de obras, do fim a que se destinam, das exigências das populações, da regulamentação técnica, dos níveis de conformidade e dos orçamentos disponíveis. Para além do conteúdo dos próprios projectos, para a melhoria da qualidade dos mesmos é indispensável o empenho das equipas envolvidas, com o respeito pelas metodologias adequadas para os objectivos pretendidos e uma visão alargada do conceito de qualidade.

O projecto deverá ser visto como um todo, onde uma falha parcial poderá causar uma falha global na qualidade, em que a falha de uma parte poderá pôr em causa a qualidade global.

Não é suficiente portanto, uma verificação apenas na óptica de conformidade técnica com normas e regulamento, é também simultaneamente necessário tomar-se em linha de conta o modo como estão organizados os gabinetes de projectos e subsequentes contratações das especialidades e das medições, o modo como se constrói em Portugal, a formação existente, e por último o nível de desenvolvimento em que nos encontramos no sector da construção.

A qualidade dos projectos não depende apenas dos projectistas, sendo exigível uma intervenção cada vez mais técnica por parte do dono de obra. Este deverá garantir o acompanhamento e a verificação da forma como as diferentes fases dos projectos estão realizadas, procurando introduzir outras valências, importantes para os objectivos do dono de obra, mas que no geral são desconhecidas das equipas de projectos.

Para os donos de obra, responsáveis pelos projectos destinados à contratação de empreitadas, o investimento na qualidade dos projectos é seguramente uma aplicação altamente rentável.

Na promoção da construção de edifícios no sector privado, destinados a serem vendidos no mercado por fracções, a qualidade dos projectos e da construção, ignora geralmente os custos do futuro proprietário (custos de manutenção, de conservação e do condomínio), acentuando a tónica nos conceitos de qualidade mais percebida de forma aparente. É a qualidade associada à imagem exterior, dos revestimentos, dos equipamentos e de sinais de diferenciação, relegando para um plano mais secundário e menos divulgado, a qualidade das estruturas, das redes das instalações técnicas, dos isolamentos térmicos e acústicos, a estanquicidade das impermeabilizações, dos sistemas de ventilação, da segurança, etc.

2.1. PROJECTO DE ESTRUTURAS NO CONTEXTO DO PROJECTO DO EDIFÍCIO

O projecto estrutural, é provavelmente a especialidade mais importante num processo de licenciamento, pois dele está directamente relacionado a segurança material como a pessoal, dos utilizadores. Se por um lado, os casos conhecidos da destruição total de um edifício são escassos, por outro, as deficiências construtivas que estão intimamente ligadas ao cálculo estrutural, são uma realidade assustadoramente presente na maioria dos edifícios construídos.

A identificação da fase de Projecto como influência primordial no resultado final de um processo de construção tem sido regularmente mencionada. Dois dos primeiros estudos mais divulgados desta matéria, “*Bureau Securitas. Étude statistique de 10000 dossiers de sinistres (1979)*”, e “*Bureau Securitas. Étude statistique de 12200 (1984)*” [5], indicavam valores acima de 40 % para deficiências originárias da fase de projectos.



Fig. 1 - Origem das deficiências [5]

Com a evolução tecnológica dos últimos anos, e o grande aumento dos pedidos de certificação de qualidade por parte de diversas empresas nas áreas produtivas, seria de esperar um gradual melhoramento nas qualidades dos projectos. No entanto em análise de estudos posteriores como “*Lack of Quality in constructin de M. Cnudde (1991)*” e “*Sources of quality failures in building de Y. Hammarlund (1191)*” [5], verifica-se que continuam a identificar a fase de projectos como a principal responsável pela não qualidade, seja na fase de construção, seja na fase de utilização propriamente dita.

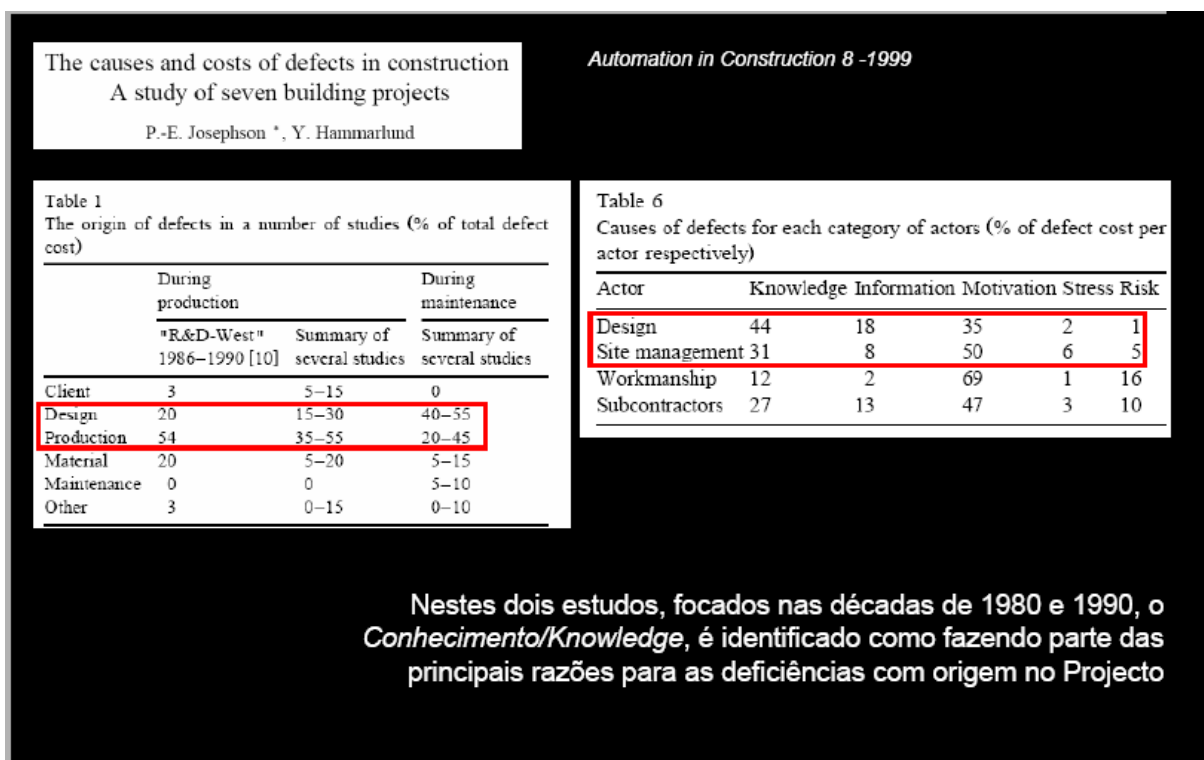


Fig. 2 - Identificação das principais razões para as deficiências [5]

2.2. REGULAMENTAÇÃO PORTUGUESA NO DOMÍNIO DO PROJECTO DE ESTRUTURAS

A análise estrutural será provavelmente o domínio com regulamentação mais vasta e actualizada, considerando as situações de aplicação corrente. A introdução de regulamentos sobre esta especialidade de projecto remonta já a 1929, pelo que a comunidade técnica, através das universidades e outras instituições de ensino superior, possui já um vasto conhecimento e preparação sobre as componentes técnicas e praticas que envolve.

Para o desenvolvimento de um projecto de estruturas de um edifício corrente são relevantes as disposições de dois regulamentos a saber:

- Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA), onde se encontram definidas as acções que deverão ser consideradas no projecto de uma estrutura, bem como a correspondente quantificação numérica, locais de aplicação e critérios para a sua combinação.
- Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP), no qual se encontram definidas as características resistentes do material estrutural mais corrente nos edifícios portugueses – o Betão armado – bem como os critérios de calculo a seguir no dimensionamento das peças deste material. Inclui igualmente algumas disposições sobre esquemas estruturais a considerar em casos particulares (processos de distribuição de forças horizontais pelos elementos de contraventamento do edifício e obtenção de esforços em lajes fugi formes), e disposições construtivas.

Existem ainda o Regulamento de Estruturas de Aço para Edifícios e Regulamento de Betões de Ligantes Hidráulicos, no entanto a sua aplicação pontual em edifícios, no nosso país, faz com que sejam pouco aplicados.

A utilização do RSA e REBAP, cobre a maioria das situações correntes, que enquadram o trabalho do projectista de estruturas. Pois se por um lado o RSA define as cargas a considerar para que esteja garantida uma conveniente capacidade resistente de um edifício, por outro o REBAP, a partir dos esforços obtidos em função das cargas definidas no RSA, podem ser proporcionadas as secções resistentes dos elementos estruturais (horizontais e verticais).

3.

CARACTERIZAÇÃO DOS PROJECTOS EM ANÁLISE

A introdução de mecanismos de verificação dos projectos contribui para a melhoria da qualidade e consequentemente para um melhor desempenho das construções ao longo do seu período de vida. Existem métodos de avaliação de projectos de edifícios que possibilitam aos projectistas e outras entidades, controlar os níveis de qualidade global e específica dos seus projectos.

Com a adopção dos métodos de avaliação da qualidade de projectos de edifícios procura-se atingir os seguintes objectivos:

- a) Criar sistemas de análise metodológica da qualidade dos vários aspectos envolvidos no projecto de um edifício;
- b) Criar meios objectivos, isto é, quantificáveis, de avaliação de cada uma das características do projecto;
- c) Permitir aos projectistas um maior controlo sobre os níveis de qualidade global e particular dos seus projectos;
- d) Garantir às entidades financiadoras meios de análise que permitam uma correcta aplicação dos seus fundos;
- e) Garantir aos futuros utilizadores informação detalhada sobre as características do espaço que pretendem adquirir, uma vez que muitas destas deficiências se revelariam apenas após algum tempo de uso, e ainda;
- f) Possibilitar às entidades seguradoras meios de informação que possibilitassem estimar com alguma certeza, o grau de risco, e por consequente o valor dos prémios dos seguros de projecto.

3.1. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA A ANÁLISE

Sendo os licenciamentos aprovados pela Câmara Municipal do Porto um universo muito vasto, efectuou-se uma selecção bastante específica e simplificada das licenças em análise de forma a atestar a uma maior veracidade e exactidão nos dados recolhidos.

Assim sendo apenas se considera as licenças referentes a construção de raiz, excluindo as licenças de alteração e ampliação, compreendidas no intervalo entre 1999 e 2006, e cuja principal ocupação é a habitação, excluindo todos os licenciamentos emitidos exclusivamente para serviços e comércio.

No desfecho desta selecção, sobraram 674 licenças, correspondendo, 78 ao ano de 1999, 98 de 2000, 83 de 2001, 71 de 2002, 77, de 2003, 83 de 2004, 82 de 2005 e 102 de 2006.

A amostra das 674 licenças, inclui edifícios de tipos variados, o que provocou a necessidade de definir conjuntos mais homogéneos, e cujos projectos de estrutura se assemelhem em grau de dificuldade, e complexidade. Para ultrapassar esta contrariedade, dividiu-se a amostra em 3 grandes grupos, habitação unifamiliar, habitação plurifamiliar com n.º de pisos igual ou inferior a 4 pisos e habitação plurifamiliar mais comércio cujo n.º de pisos seja igual ou superior a 5.

Quadro 1 - Resumo da totalidade da amostra

	Uni familiares	H+C ≤ 4	H+C ≥ 5	Σ
1999	46	7	25	78
2000	56	6	36	98
2001	30	20	43	83
2002	34	7	30	71
2003	31	11	35	77
2004	42	10	31	83
2005	34	15	33	82
2006	34	17	51	102
Σ	307	83	284	674
%	45,5	12,3	42,2	100%

Devido à clara dificuldade logística em analisar 674 licenciamentos, reduziu-se a amostra, acima apresentada, com base no total de licenças de cada ano e em cada grupo específico. Para esta selecção utilizaram-se algumas regras, nomeadamente, na utilização de edifícios sempre diferentes (só existe um edifício tipo de cada loteamento), e a utilização de projectistas distintos, ficando deste modo, com o seguinte modelo:

Quadro 2 - Número de licenças analisadas

	Unifamiliares	$H+C \leq 4$	$H+C \geq 5$	Σ
1999	2	1	1	4
2000	2	1	2	5
2001	1	1	2	4
2002	1	1	1	3
2003	1	1	2	4
2004	2	1	1	4
2005	1	2	1	4
2006	1	2	2	5
Σ	11	10	12	33

3.2. PARÂMETROS DA LISTA DE VERIFICAÇÃO

Para a análise dos projectos efectuou-se uma “lista de verificação” onde se definiram 6 grandes grupos de informação dos quais se retiraram as bases de dados para a realização da quantificação da qualidade.

- i. Perfil Técnico do Autor do Projecto – de forma a verificar se existe uma correlação directa, sobre as competências formativas, e a qualidade dos projectos realizados;
- ii. Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados – apurando-se a quantidade, em relação a qualidade da informação fornecida;
- iii. Informação e Detalhe das Peças Escritas – serão analisados os aspectos da solução estrutural, das combinações de acções e a correcta aplicação das mesmas e respectivos dimensionamentos;
- iv. Informação e Detalhe das Peças Desenhadas – verificação dos desenhos e sua qualidade e análise da pormenorização dos elementos construtivos;
- v. Fundações – controlo da existência de informação geotécnica e dimensionamento;

3.2.1. DEFINIÇÕES

Na lista de verificação de projectos de estrutura, a primeira fase conta com os dados gerais do alvará de construção e com as definições obrigatórias do Plano Director Municipal (PDM), em vigor no Município do Porto.

Assim sendo identifica-se [6], [8]:

- i. Ano da construção;
- ii. Utilização principal da construção;
- iii. Área de implantação – o valor, expresso em metros quadrados, do somatório das áreas resultantes da projecção ortogonal no plano horizontal de todos os edifícios acima da cota do terreno, incluindo anexos mas excluindo varandas e platibandas;
- iv. Área de construção de construção – Valor expresso em metros quadrados, resultante do somatório das área de todos os pavimentos acima e abaixo do solo, medidas pelo extradorso das paredes exteriores, com a exclusão das áreas destinadas a estacionamento.
- v. Número de pisos – número total de pisos incluindo caves, sótãos (quando utilizáveis) e pisos recuados. Para a indicação do numero de pisos acima e abaixo da cota de soleira, deve ser considerada como cota do piso por onde se faz o acesso principal à construção, ou cota do ponto médio da frente do edifício ou de cada um dos corpos independentes que o constituem.
- vi. Cércea – Altura da fachada confinante com a via pública de um edifício, medida no ponto médio da fachada, desde a cota do passeio até a linha inferior do beirado ou de qualquer guarnição que encime a cornija, incluindo andares recuados do plano da fachada.

4.

MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS

Os métodos de avaliação da qualidade do projecto de edifícios mais desenvolvidos e aplicados sistematicamente até a data, na Europa, são o método QUALITEL (França) e o método SEL (Suíça), [9] tendo sido em 1995 desenvolvido o Método FEUP/ Moreira da Costa (MC.FEUP) [1].

Utilizando uma adaptação do método MC.FEUP, realizou-se uma aferição da qualidade dos projectos de estruturas de betão em 1998, que consistia na análise de 56 projectos de estruturas de betão em edifícios submetidos a licenciamento na região Entre Douro e Minho e cujas conclusões serviram de comparação para o presente projecto.

4.1. MÉTODO DE AVALIAÇÃO SEL

O método SEL mede, com a atribuição de um único número, o valor de utilização da habitação.

Este sistema baseia-se no cálculo do grau de satisfação das necessidades de habitação em relação aos seus futuros moradores. As necessidades de habitação referentes à capacidade de satisfação de funções determinam a necessidade de uma hierarquização de funções-objectivos com critérios concretos.

O principal objectivo, de forma sucinta, é dar incentivo às construções com maiores graus de qualidade, através da interpretação dos verdadeiros objectivos do usuário. De acordo com o método, as fases do processo de avaliação da qualidade são:

1. Estabelecimento de uma hierarquia de objectivos a atingir pelo projecto;
2. Ponderação da hierarquia dos objectivos;
3. Apreciação das características do projecto;
4. Síntese do valor.

Na fase de hierarquia de objectivos foram considerados três complexos de objectivos primários ou de nível superior:

1. Habitabilidade elevada da habitação;
2. Habitabilidade elevada do quarteirão ou meio exterior próximo a habitação;
3. Qualidade elevada dos equipamentos do local de implantação.

A aplicação prática da avaliação (fase 3) é feita determinando-se o grau em que cada critério é satisfeito e atribuindo as correspondentes notas de 0 a 4 pontos, com base em funções de transformação próprias do método.

Na conclusão, o valor de utilização é obtido imediatamente, conhecidas as notas de apreciação e os pesos dos diferentes critérios.

Um exemplo real de aplicação deste método foi um trabalho desenvolvido em Portugal por Bezelga (1986) quando o mesmo foi aplicado a uma pequena amostra de habitação multifamiliar. Uma conclusão valiosa do trabalho refere-se as áreas dos espaços individuais, que poderiam ser inferiores ao mínimo regulamentar, desde que obedecessem a certas condições. Uma simplificação das circulações poderia ser vista como uma solução, que também beneficiaria a funcionalidade dos espaços e o custo total da construção. No entanto, o trabalho focou principalmente aspectos directamente relacionados a área da habitação, e traz relações surpreendentes quando concede um baixo nível de satisfação ao isolamento acústico no interior da habitação, facto este que deveria se analisado com um maior cuidado.

4.2. MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUALITEL

QUALITEL foi criado na França em 1974, por iniciativa do Ministério da Habitação e Urbanismo, sendo propriedade do Estado Francês. A sua aplicação foi confiada a Associação QUALITEL, criada para o efeito, que aponta os três principais objectivos da criação do plano: aumentar a qualidade das edificações, melhorar as informações dadas ao usuário, além de reforçar a imagem das construtoras francesas.

A aplicação do método tem sobretudo o objectivo de informação aos consumidores, sendo, contudo também usado do ponto de vista de financiamento. O método é apresentado no "GUIA QUALITEL", sendo regularmente objecto de revisão, em função de aparecimento de novos materiais ou de novas regulamentações. Ao mesmo tempo, uma equipe de psicólogos permite assegurar, com base em inquéritos locais, a boa adequação dos critérios de qualificação do método às necessidades reais dos usuários.

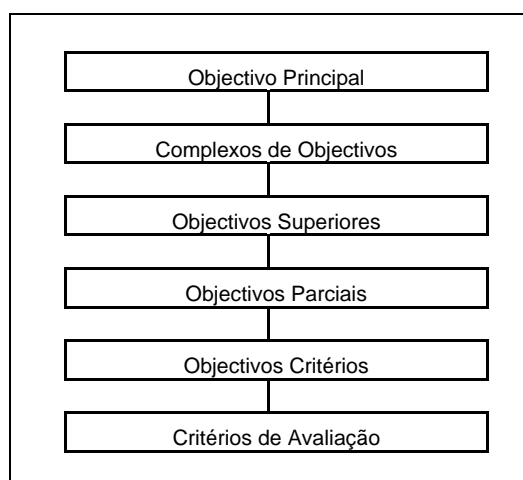
Dentro deste contexto, desde Janeiro de 1991 três novos rótulos foram criados no mercado imobiliário, directamente ligados ao QUALITEL. Eles oferecem aos consumidores a mesma garantia do primeiro, isto é, certificados de garantia e a liberdade de escolha de sua aplicação por parte dos empresários. Especificamente são eles: acústica, estimação de energia e acesso às edificações de deficientes, que vieram para juntar-se a outras sete escalas já existentes: protecção contra ruídos emitidos de fora da habitação e de dentro dela, custos de manutenção de fachadas e coberturas, conforto térmico no verão, estimativas de custo de aquecimento e água quente, encanamento e instalações eléctricas.

Em termos conceituais, o método integra-se a outros métodos gerais no que se refere à análise do edifício segundo funções, assim como na valorização destas. Os elementos focos de estudo são aqueles de apreciação precisa e objectiva. As informações relativas a esses elementos podem provir da leitura de plantas, de medidas direitas ou de cálculos, de ensaios em laboratórios ou de declaração escritas dos empreendedores.

4.3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO MC.FEUP

O método MC.FEUP é um método de avaliação da qualidade dos projectos de edifícios de habitação, que procura abranger as vertentes que mais condicionam a vivência quotidiana dos seus utilizadores e a eficiência global – a curto prazo – do edifício. Este método, tal como os métodos referidos anteriormente tem a estruturação designada por Hierarquia de Objectivos, como representado no quadro 3

Quadro 3 - Designações e hierarquia da análise do método SEL



O objectivo de nível mais elevado – Objectivo Principal – a atingir com a aplicação deste método é a qualidade da habitação. Este objectivo principal engloba dois complexos de objectivos subordinados [1]:

- ***Eficiência dos aspectos construtivos***, em que é avaliado o modo como é feita a materialização física dos diversos elementos de construção, bem como a sua capacidade de satisfazer as necessidades correntes da utilização da habitação.
- ***Eficiência de utilização de espaços***, em que são avaliados os espaços colocados a disposição dos futuros utilizadores, em termos de números, finalidade, dimensão e organização.

4.4. MÉTODO ADOPTADO DO MC.FEUP

A escala do descritor utilizada, no método MC.FEUP, visava a globalidade dos projectos do edifício, analisando a eficiência dos aspectos construtivos e a eficiência de utilização dos espaços.

A assim sendo, na análise, efectuada, em 1998, aos diversos projectos de estruturas, entregues a licenciamento entre o Douro e Minho, e atendendo a importância no comportamento das construções, considerou-se a escala do descritor especificada no quadro 4. [2]

Quadro 4 - Escala do descritor proposta

Nota	Situação do Projecto Verificada
0	Projecto com nível de qualidade Mau, quando a as disposições regulamentares não são cumpridas, ou são omissas na sua informação
1	Projecto com nível de qualidade Medíocre, onde nem todas as disposições regulamentares são cumpridas e a pormenorização é inexistente
2	Projecto com nível Insuficiente, onde as disposições regulamentares são cumpridas e a pormenorização é inexistente
3	Projecto com nível de qualidade Suficiente onde as disposições regulamentares são cumpridas e a pormenorização razoável (a solução estrutural terá um comportamento aceitável)
4	Projecto com um nível de Qualidade Bom onde as disposições regulamentares são cumpridas e a pormenorização é boa (as solução estrutural encontrada terá um bom comportamento em serviço e à rotura.

Com este método [2], obtém-se uma quantificação para cada critério de avaliação, cada objectivo critério, cada objectivo parcial, ou seja a qualidade da habitação. A obtenção das notas de posição mais elevada na árvore, é obtida pela ponderação dos ramos da hierarquia de objectivos mais baixos.

No objectivo Superior Segurança Estrutural, são analisadas questões com o projecto de Fundações e Superestrutura, tanto na sua vertente formal e teórica de estudo, como na componente de informação produzida para execução.

Quadro 5 - Subdivisão do Objectivo Superior – Segurança Estrutural

SUBDIVISÃO DO OBJECTIVO SUPERIOR - SEGURANÇA ESTRUTURAL								
OBJECTIVO SUPERIOR	OBJECTIVO PARCIAL		OBJECTIVO CRITÉRIO		CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO			
SEGURANÇA ESTRUTURAL	A	FUNDAÇÕES	A.1	Informação Geotécnica	A.1.1	Relatório Geotécnico		
					A.1.2	Escavação e contenção periférica		
					A.1.3	Profundidade de implantação de fundações		
			A.2	Dimensionamento	A.2.1	Acções consideradas		
					A.2.2	Controlo de tensões e esforços		
					A.2.3	Situação de periferia do edifício		
					A.3	Pormenorização	A.3.1	Organização das plantas de fundações
							A.3.2	Homogeneização de dimensões
							A.3.3	Disposição das armaduras
					B	SUPER-ESTRUTURA	B.1	Concepção Estrutural
	B.1.2	Distribuição em planta e altura						
	B.2.1	Acções verticais						
	B.2	Avaliação de Acções	B.2.2	Acções horizontais				
			B.2.3	Combinações de Acções				
			B.3	Dimensionamento			B.3.1	Modelo de cálculo global
	B.3.2	Esforços envolventes em elementos horizontais						
	B.3.3	Esforços envolventes em elementos verticais						
	B.4	Pormenorização	B.4.1	Plantas estruturais				
			B.4.2	Elementos horizontais				
			B.4.3	Elementos verticais				

5.

APLICAÇÃO DO MÉTODO

A recolha dos dados foi, como já supra mencionado, efectuada a processos de licenciamento existentes na Câmara Municipal do Porto. Para recolha dessa informação, realizou-se uma lista de verificação de fácil compreensão e de resposta “sim”, “não indica (NI)” ou “Não”. Todos os processos de licenciamento em estudo foram analisados cuidadosamente, e encontra-se em anexo um exemplo da lista de verificação.

5.1. PERFIL DO PROJECTISTA

De forma a realizar uma correlação entre o perfil dos projectistas e a qualidade dos projectos apurou-se o estatuto profissional e classe profissional dos mesmos. Deste modo obtiveram-se os seguintes dados:

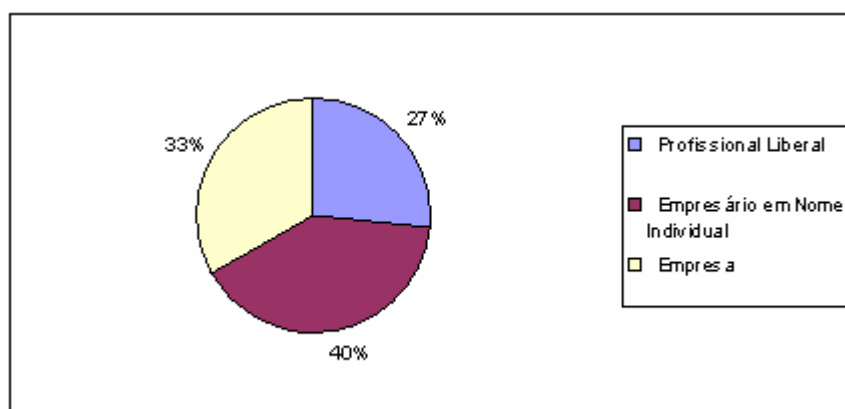


Fig. 3 - Estatuto Profissional da amostra

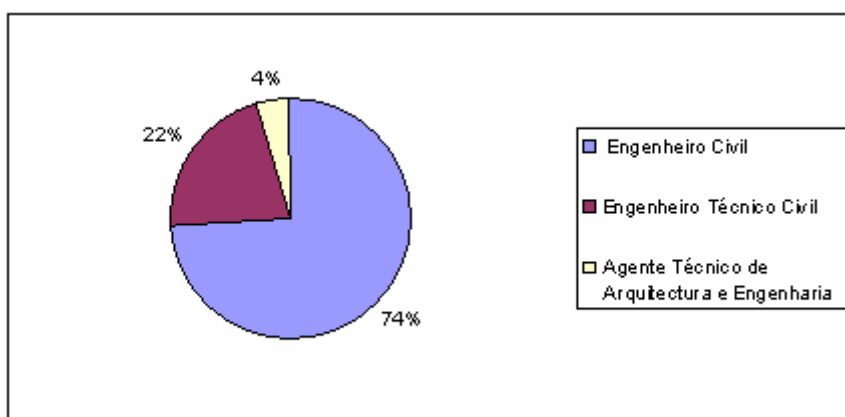


Fig. 4 - Classe Profissional da amostra

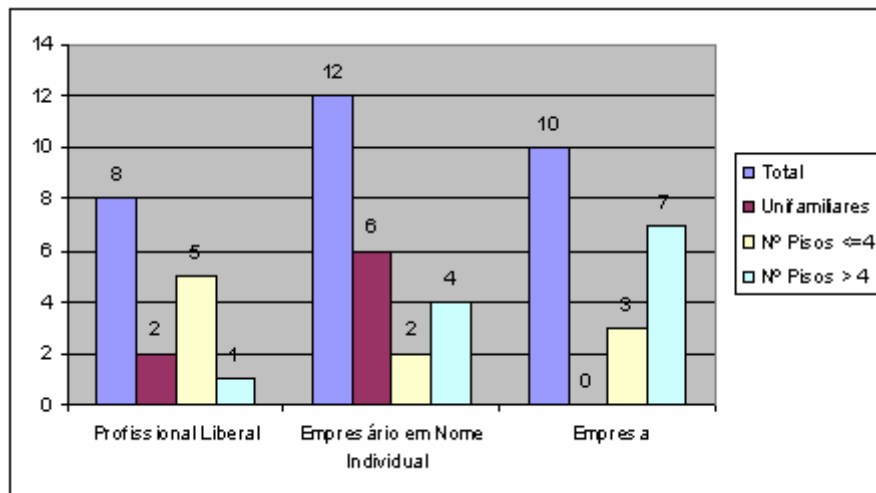


Fig. 5 - Correlação entre nº de pisos e o estatuto profissional

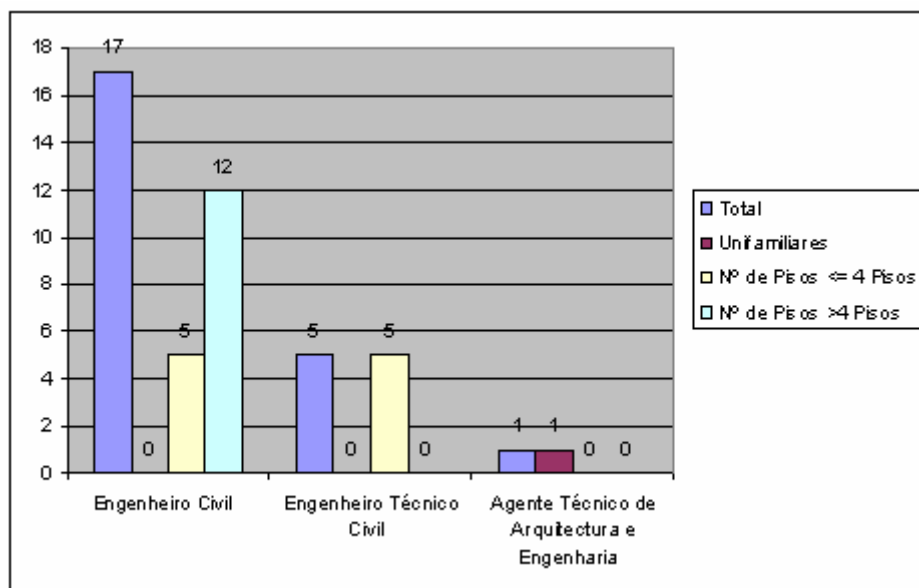


Fig. 6 - Correlação entre nº de pisos e a classe profissional

Nas figuras representadas, verifica-se que nos edifícios de grandes dimensões, o perfil do projectista enquadra-se maioritariamente como Eng.º Civil, pertencente a uma empresa de projectos. Por outro lado os edifícios de média dimensão são projectados por Eng.º Técnicos Cívicos, cujo estatuto profissional tende a fixar-se como profissional liberal.

Nos edifícios Unifamiliares a tendência mantém-se igual aos edifícios de grandes dimensões, sendo os projectos deste tipo de edificação realizados maioritariamente por Eng.º Cívicos e pertencentes a empresas creditadas.

Sendo a amostra representativa de um universo, pode-se afirmar que o perfil dos técnicos, está num patamar bastante elevado de qualidade, pois se por um lado a maioria tem como habilitações literárias uma licenciatura, por outro lado, sendo pertencente a uma empresa de projectos, normalmente creditada e certificada, os projectos de estruturas deveriam atingir uma qualidade satisfatória.

5.2. PERFIL DOS ELEMENTOS DE PROJECTOS APRESENTADOS

Com a análise dos projectos concluiu-se que seria pertinente avaliar o perfil dos elementos de projectos apresentados, e suas quantidades.

Nas fichas de verificação, apresentadas em anexos, os elementos aparecem representados com a tipologia de “1”, quando a resposta é positiva e com “0”, a resposta é negativa, colocou-se também a quantidade de páginas apresentadas em cada elemento, tendo como objectivo a verificação da quantidade de informação contida em cada projecto. Estes resultando, como é fácil verificar, depende do tamanho das folhas de projecto apresentadas, no entanto consegue-se retirar uma ideia geral das quantidades, e a sua correlação directa com a qualidade, do projecto em análise.

5.2.1. EDIFÍCIOS UNIFAMILIARES

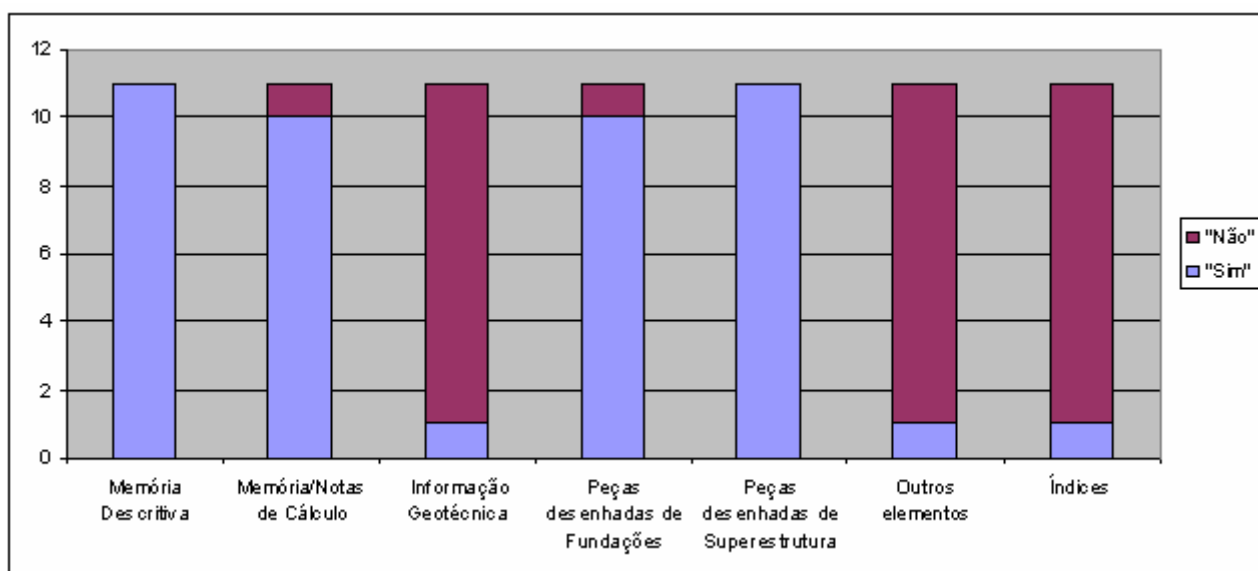


Fig. 7 - Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados de Edifícios Unifamiliares

Verifica-se que, nos projectos referentes a moradias unifamiliares, os elementos apresentados, são bastante incompletos. Se por um lado é apresentada uma memória descritiva na totalidade dos casos a informação geotécnica é praticamente inexistente. Existem 9% dos casos que não apresentam, notas de cálculo, o que torna impossível a verificação do dimensionamento dos vários elementos.

Na comparação das peças desenhadas verifica-se que a totalidade dos projectos de estruturas contém peças desenhadas da Superestrutura, mas no entanto apenas 90% dos projectos contém peças desenhadas das fundações. Na nossa opinião esta diferença baseia-se na pouca importância que a maioria dos projectistas dá as fundações.

É praticamente inexistente a realização de índice, e a sua agregação aos projectos de estruturas. Apesar de não se considerar um elemento instrutório obrigatório, a elaboração dos índices poderia denotar um cuidado, por parte do projectista, na organização e melhor compreensão do projecto por parte de quem o analisa

5.2.2. EDIFÍCIOS PLURIFAMILIARES COM PISOS INFERIORES OU IGUAIS A 4

Com o aumento do nº de pisos, área de construção e volumetria seria de esperar que o projectista tivesse um cuidado complementar em todo o projecto elaborado. No entanto na verificação da fig. 8 pode-mos concluir os projectos analisados para este perfil, ainda contém menos informação do que nas edifícios unifamiliares.

Em 20% dos casos as notas de cálculo são completamente omissas, assim como 100% da informação geotecnia. Esta ultima é ainda mais gravosa, pois esta informação é considerada um elemento instrutório do processo obrigatório pela Autarquia. Com esta análise verifica-se que os projectistas que assinam os termos de responsabilidade, de que todos os elementos se encontram no projecto e que respeitam os parâmetros obrigatórios, não corresponde inteiramente a verdade.

A tendência para a exclusão das peças desenhadas das fundações é aqui ainda mais evidente, 20% dos projectos não os contém, o que nos faz reflectir sobre como serão realizadas as fundações em obras, uma vez não existe um desenho orientador de execução.

Detona-se no entanto um pequeno aumento no cuidado com a organização do processo, com a existência de mais processos dotados de um índice

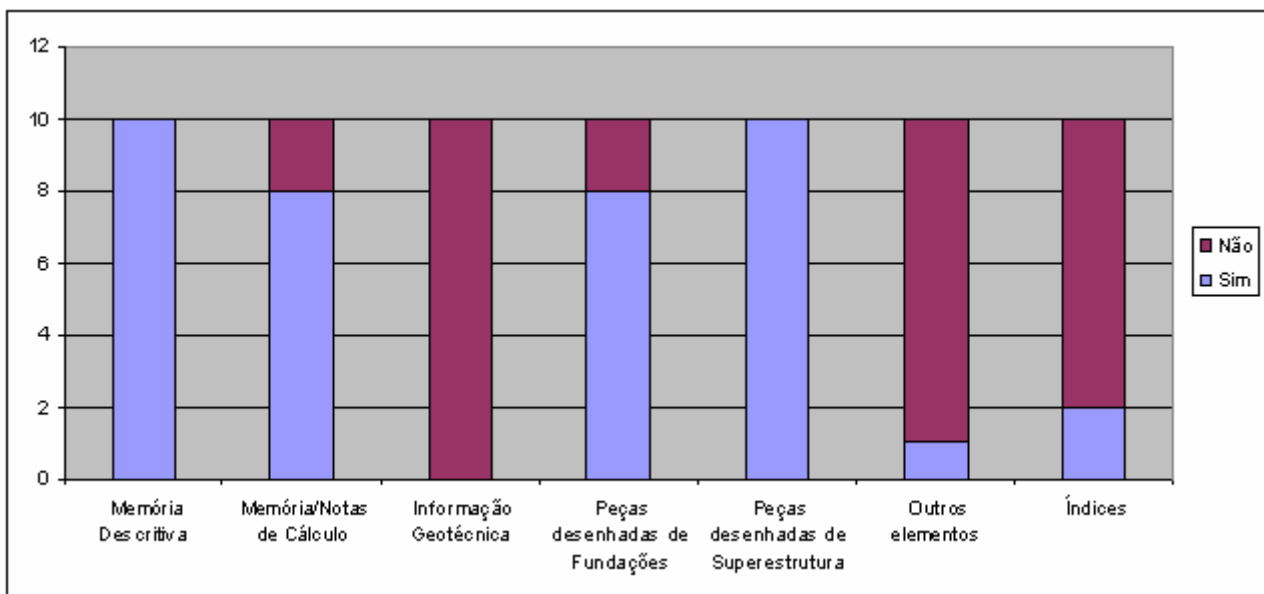


Fig. 8 - Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados de Edifícios Plurifamiliares <= 4

5.2.3. EDIFÍCIOS PLURIFAMILIARES COM PISOS SUPERIORES A 4

Com o aumento de pisos, aumenta a responsabilidade de construção, no entanto como observamos pela fig.9, a qualidade não é exponencial da mesma forma. Podemos retirar que se as notas de cálculo, começam a ser fornecidas nas totalidades dos processos, a informação geotécnica fica-se pelos 42% de projectos que a contém.

A percentagem de projectos cujas peças desenhadas das fundações são omissas, situa-se ao nível dos edifícios unifamiliares. Se era inquietante não existir peças desenhadas de fundações nos edifícios com cêrceas de aproximadamente 8m, será ainda mais gravoso, não existir um pormenor de execução, em edifícios cuja média de pisos situa-se em 12,2 pisos.

Existe também um aumento na existência de um índice, no entanto é da nossa opinião que esta tentativa de uma melhor organização, não advém da vontade do projectista, em realizar um projecto de fácil análise, mas sim pela dificuldade de organização própria na fase de execução do projecto (nº de pág. de dados é elevadíssima)

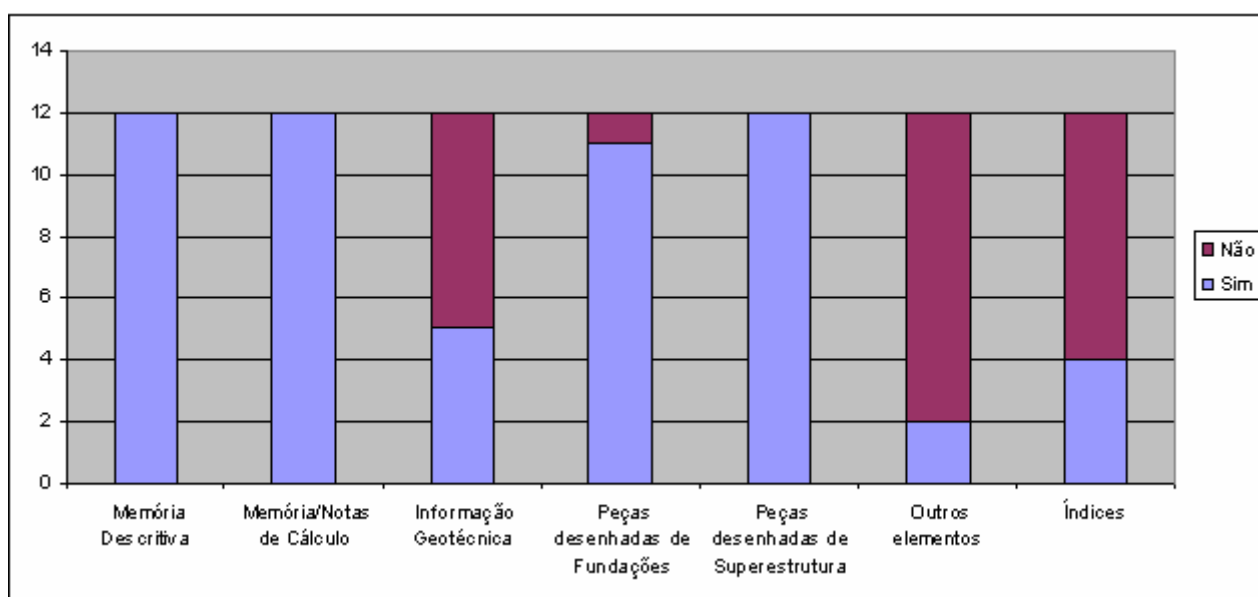


Fig. 9 - Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados de Edifícios Plurifamiliares >4

5.2.4. TOTAL DA AMOSTRA ANALISADA

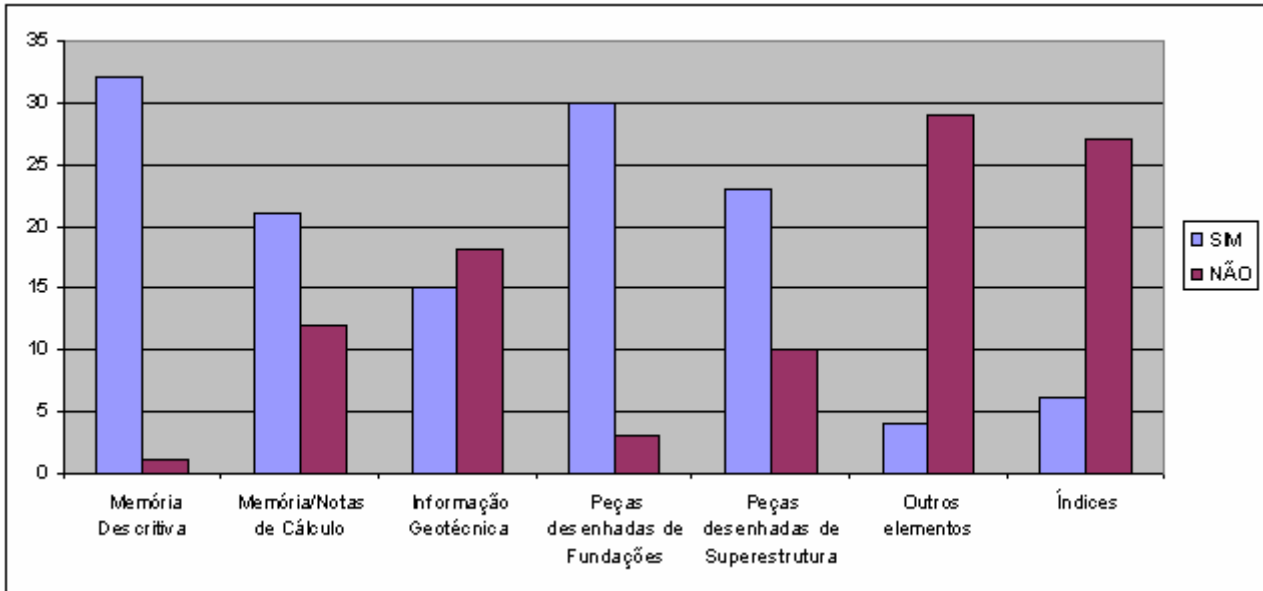


Fig. 10 - Quantidades apresentadas de elementos de projecto

A totalidade dos projectos apresenta consigo uma memória descritiva, em média constituída por 3 páginas. Na sua maioria é efectuada por uma descrição do modelo estrutural utilizado, a legislação utilizada, o programa utilizado para o cálculo e informações generalistas, cujo projectista considere pertinentes.

As notas de cálculo, são totalmente omissas em 10% dos casos estudados, impossibilitando desta forma a verificação, do dimensionamento e as contradições existentes ou não com as peças desenhadas apresentadas.

Da mesma forma, a informação geotécnica é omissa em 81% dos casos e mesmo nos projectos onde existe referência da informação geotécnica, apenas é mencionada a Tensão Admitida no solo, e que o tipo de solo, será verificado aquando da construção do edifício.

As peças desenhadas, na sua generalidade são apresentadas, contendo mais ou menos pormenores, existe no entanto a excepção de cerca de 10% do projectos cujas peças de desenhadas das fundações não são apresentadas, limitando a informação a um quadro resumo de sapatas.

5.3. CLASSIFICAÇÃO DO OBJECTIVO PARCIAL – FUNDAÇÕES

5.3.1. INFORMAÇÃO GEOTÉCNICA

Os elementos em geral analisados e dimensionados num projecto de estruturas, são obviamente fundamentais para garantir um eficaz funcionamento deste. No entanto, a regulamentação existente é praticamente omissa no que se refere ao seu projecto.

No objectivo parcial fundações, foram analisadas questões relativas ao modo como é estimada a capacidade resistente do solo, soluções adoptadas para a transmissão das forças, rigor na quantificação das acções e seus efeitos, e rigor na pormenorização das peças estruturais e elementos de execução associados.

5.3.1.1. Edifícios Unifamiliares

Deverá encontrar-se em anexo ao projecto um relatório Geotécnico, fornecendo indicações precisas sobre as características resistentes dos estrados e sua localização relativamente a pontos facilmente referenciáveis.

Os sistemas de fundação preconizados no Relatório Geotécnico devem ser adoptados no projecto a desenvolver.

O nível mínimo provável de implantação da base das fundações deve estar de acordo com o indicado no Relatório Geotécnico e ser compatível com as cotas de projecto

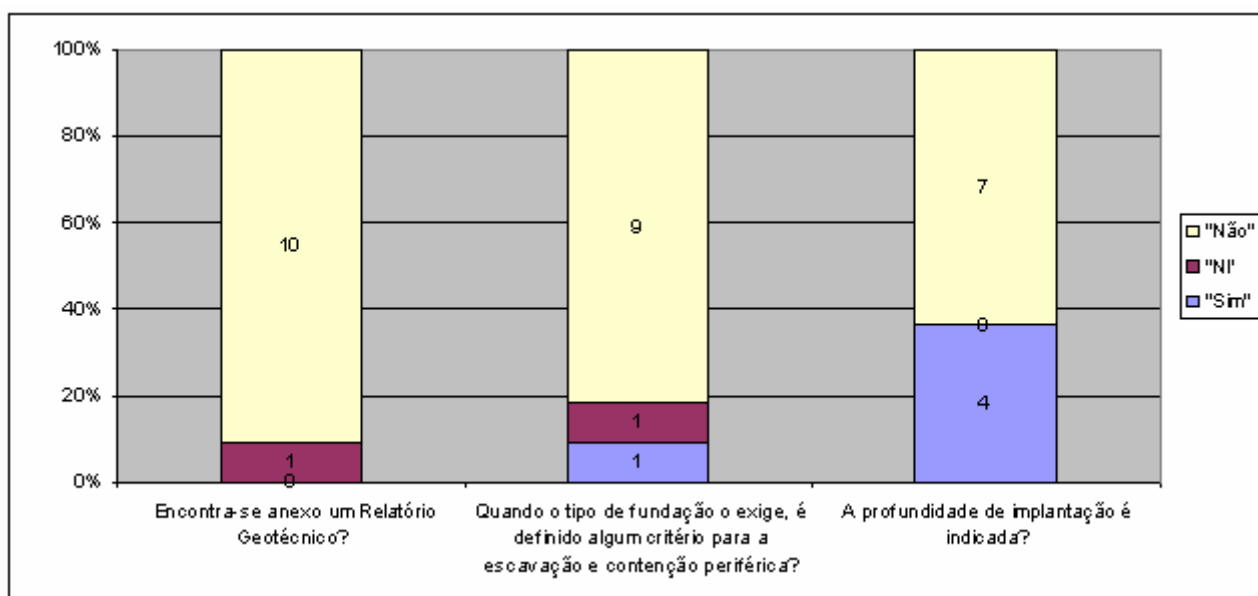


Fig. 11 – Informação Geotécnica Unifamiliares

Como já aferido o perfil geotécnico, é praticamente ignorado pelos projectistas, esta postura, como é natural influencia outras questões relacionadas com esta temática. Nomeadamente se não existe um conhecimento do local a construir é muito difícil definir critérios de escavação e de contenção periférica, optando-se também por omitir esta questão.

Na situação particular dos edifícios unifamiliares os resultados podem ter sido influenciados por out-layer's, nomeadamente com a não existência de pisos abaixo da cota de soleira. No entanto não será razão suficiente, para o completa negligência em relação a informação geotécnica.

De referir que nas situações consideradas não indica "NI", considerou-se este termo, quando não se encontra anexo o relatório geotécnico nem critérios para escavação e contenção periférica, mas existe uma referencia na memoria descritiva, que estudo foi realizado por uma empresa independente, e no caso de ser necessário, facultam as informações.

5.3.1.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

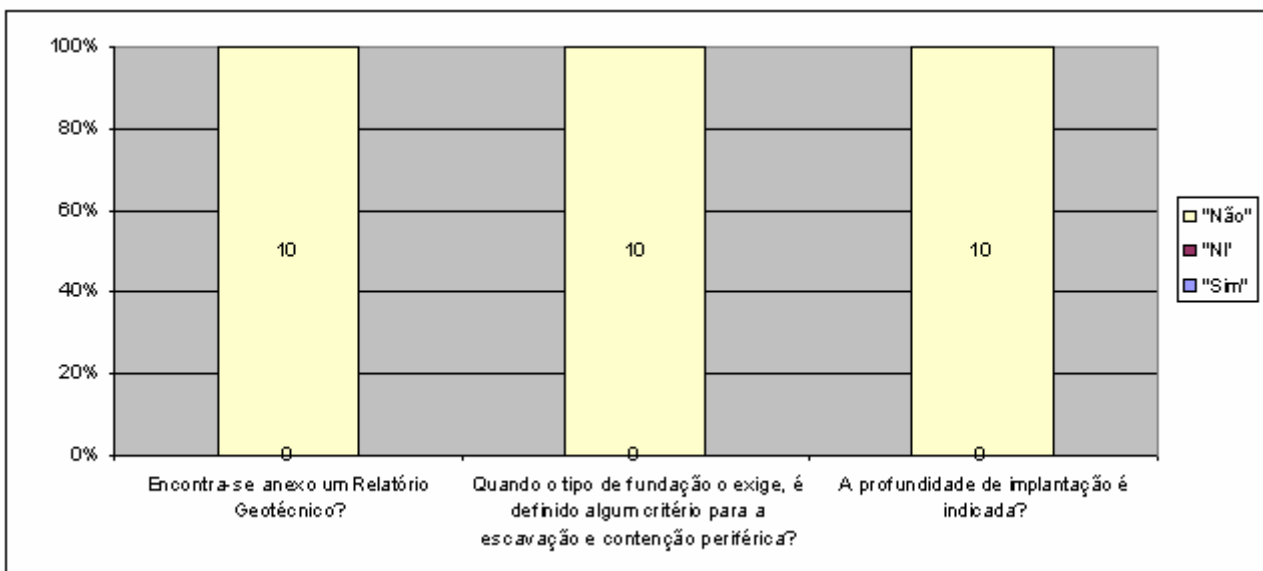


Fig. 12 – Informação Geotécnica <=4 Pisos

Da visualização da fig.12, retira-se, que os 10 projectos de estruturas analisados a edifícios plurifamiliares com nº de pisos inferiores ou iguais a 4, não existia qualquer tipo de informação relativa as fundações.

Poderemos dizer que esta situação terá, algo a ver com o perfil do projectista. Pois como já analisado no ponto 5.1, é nesta tipologia, onde mais se encontra os Engenheiros Técnicos Civil como projectistas. Desta consideração podemos concluir que provavelmente os Engenheiros Técnicos, não terão as aptidões necessárias ao desenvolvimento de um projecto de estruturas.

Mas não poderão ser considerados os únicos responsáveis pela má qualidade das informações geotécnicas, pois 50% dos projectos analisados desta tipologia foram executados por licenciados. Esta situação reporta a uma questão relevante, ou seja, será que os projectistas não têm conhecimentos para a realização dos projectos, ou apenas descumram deste parâmetro?

De referir também, que nesta tipologia todos os edifícios tinham pisos abaixo da cota da soleira, o que se traduz, na realização de pisos com escavação e contenção periférica, com uma total omissão das condições de execução.

5.3.1.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4

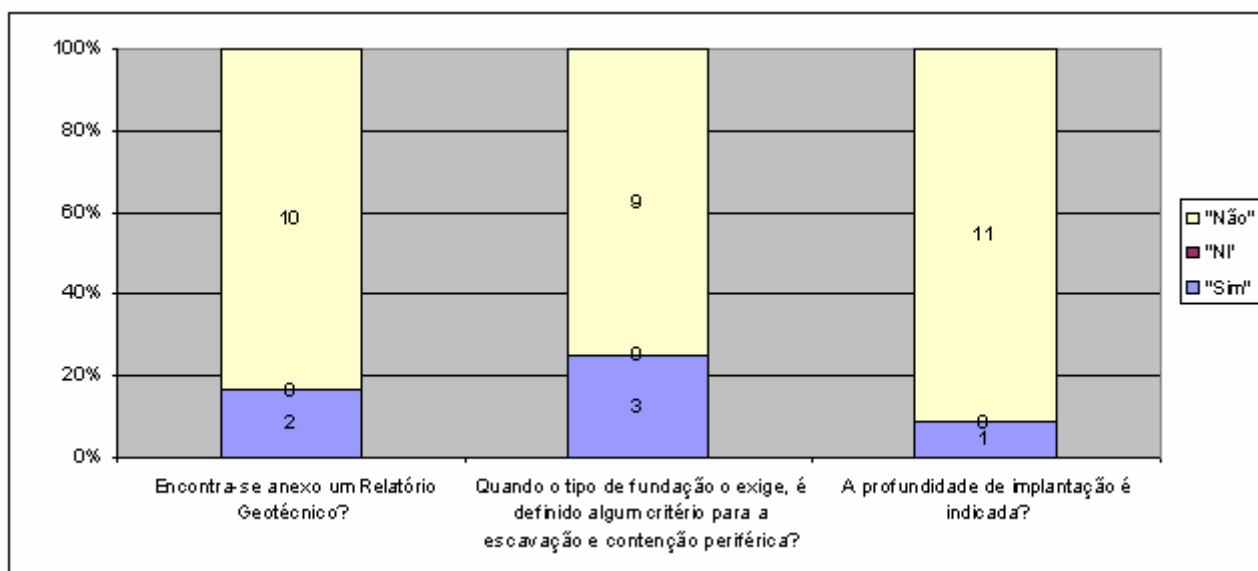


Fig. 13 – Informação Geotécnica > 4 Pisos

Neste ponto os resultados são bastante homogêneos em todas as tipologias, e assim sendo também nos edifícios com cêrcas bastante elevadas, a informação geotécnica é praticamente inexistente. No entanto foi neste grupo de edifícios que se verificou a existência de cerca 20%, de projectos que continham relatórios geotécnicos, realizados por empresa independentes.

Com base nos relatórios, foi definido também critérios de escavação e contenção periférica, que neste caso são de extrema importância, visto que todos os projectos analisados continham no mínimo 2 pisos abaixo da cota de soleira. Por outro lado 80% dos projectos continuam sem informação.

Considerando a dimensão dos projectos, o perfil e estatuto dos projectistas (analisado no ponto 5.1), poderemos dizer que provavelmente, já ultrapassamos a barreira de responsabilidade única, ou seja podemos considerar, que os estudos não são realizados apenas por falta do projectista, mas também por imposição dos donos de obras.

Como é fácil prever, estudos geológicos desta envergadura, assumem custos extras, os quais os Donos de Obra, não se encontram dispostos a suportar, podendo ser um dos factores principais para as deficiências aqui em apresentadas.

5.3.1.4. Total da Amostra

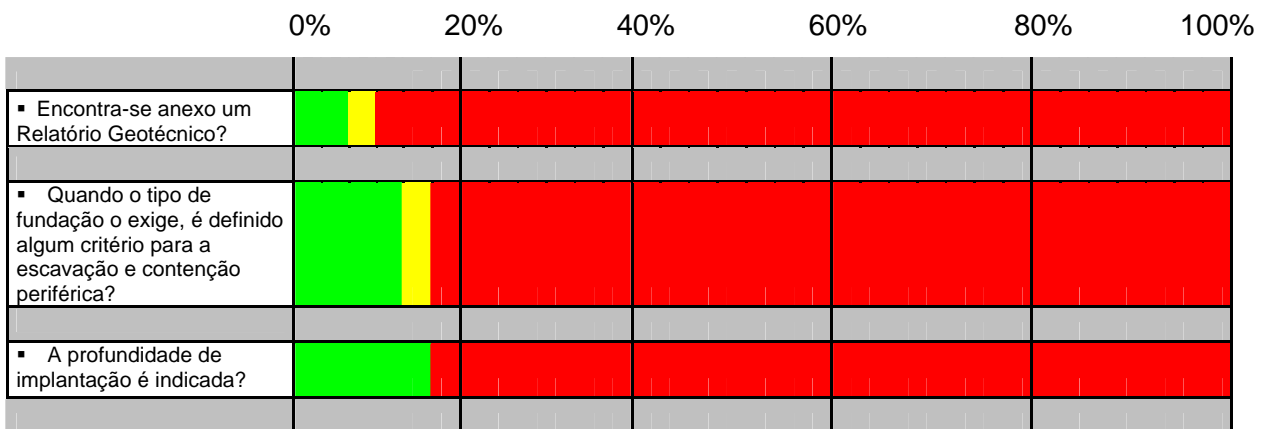


Fig. 14 - Percentagens – Informação Geotécnica

Legenda:



No total da amostra, podemos aferir que cerca de 80% dos projectos analisados, são omissos no que diz respeito ao relatório geotécnico, definição de critérios de escavação e contenção periférica, e a identificação da profundidade de implantação.

Como causas, para este baixo rendimento podemos referir: a não qualificação dos técnicos, ou o seu descuro para com este parâmetro, ou a utilização destes critérios, de forma de diminuir os custos com o projecto de estruturas, por parte do Dono de Obra, ou mesmo por parte do Gabinete de Projectos.

5.3.2. DIMENSIONAMENTO

Os esforços considerados no dimensionamento dos elementos de fundação devem ter em conta todas as combinações de acções admitidas para a superestrutura e os efeitos de flexão transmitidos pelos suportes verticais, nomeadamente os casos de flexão desviada existente nos elementos de intersecção de subestruturas ortogonais.

O dimensionamento das fundações, além de determinação das armaduras de flexão ou de esforço axial correspondentes deverá controlar as tensões efectivamente instaladas no solo, bem como verificar os esforços de corte e punçoamento.

As fundações relativas a elementos verticais da periferia do edifício, quando se desenvolvam de forma excêntrica, devem ter associadas vigas de equilíbrio convenientemente dimensionadas.

5.3.2.1. Edifícios Unifamiliares

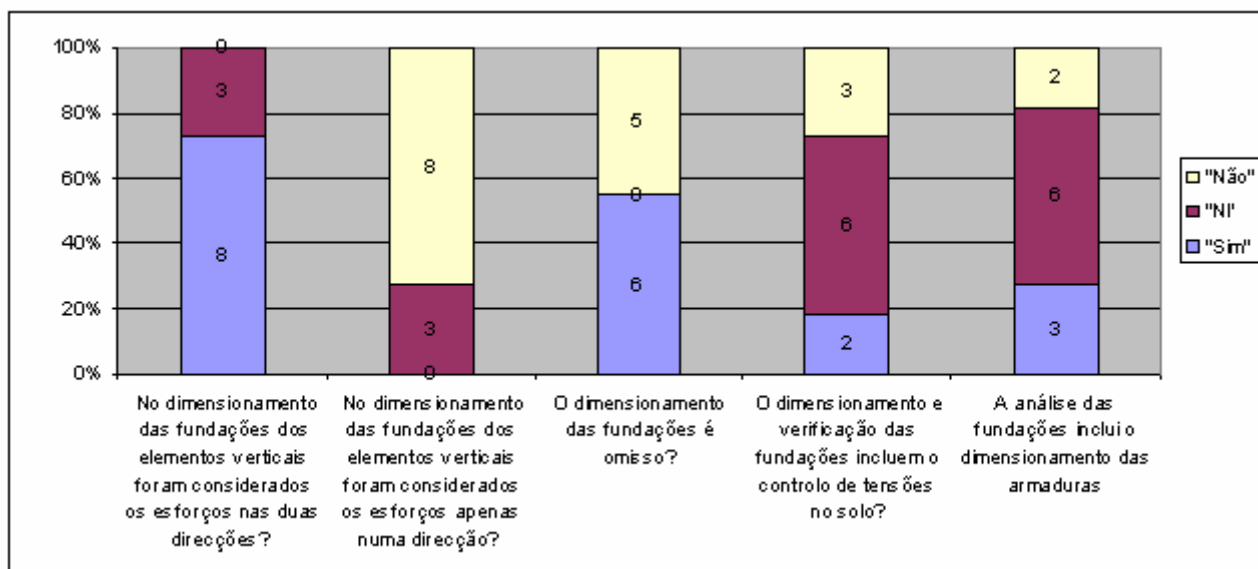


Fig. 15 – Dimensionamento – Unifamiliares

O dimensionamento das fundações e elementos verticais, foi realizado considerando esforços nas duas direcções, em cerca de 70% dos projectos revistos, os restantes 30% foi impossível verificar este parâmetro devido a inexistência de notas de cálculo.

Como já verificado todas as informações sobre as fundações são praticamente inexistentes, no dimensionamento das fundações dos edifícios unifamiliares, esta característica continua em evidência.

Em cerca de 65% dos projectos, o dimensionamento das fundações é completamente omissivo, impossibilitando a verificação dos restantes critérios, as quais receberam conotação de “NI”.

Nos restantes projectos cujo dimensionamento é apresentado, em apenas 60% deste o dimensionamento inclui o dimensionamento das armaduras, e 40% apresentam o controlo de tensões no solo.

Como analisado no ponto 5.3.2, a informação geotécnica é bastante rara, logo podemos afirmar que os dados do dimensionamento apresentado nos projectos a licenciamento, foram realizados com base num tipo de solo geral, onde as tensões admitidas, são utilizadas como valores médios, e não com base em valores reais do local da construção.

5.3.2.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

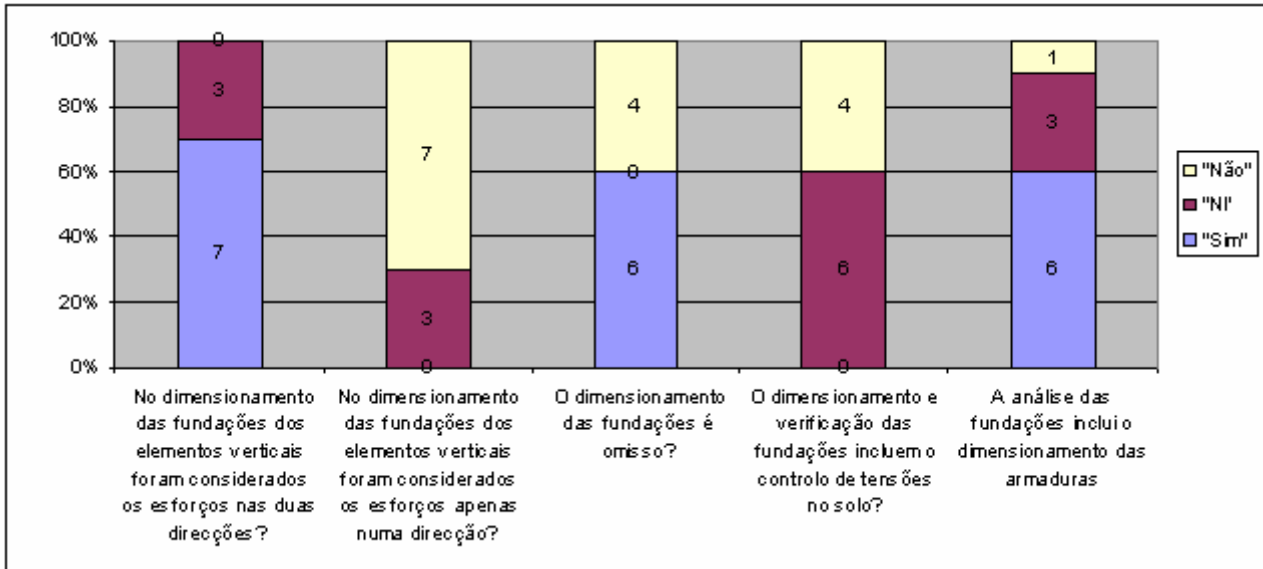


Fig. 16 – Dimensionamento – Plurifamiliar <=4

Nestes critérios a tendência é muito similar aos edifícios unifamiliares, continua-se a verificar uma percentagem bastante elevada na omissão de dados.

5.3.2.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos superiores a 4

Nos edifícios de grande dimensão as deficiências contidas nestes parâmetros são muito menos visíveis. Para esta situação poderá ter contribuído a existência de notas de cálculo em todos os projectos. No entanto ainda se encontra cerca de 9% dos projectos cujo dimensionamento é omissivo.

De referir, que ainda existem análises de fundações onde não está incluído o dimensionamento das armaduras, esta “falha”, provavelmente deve-se ao desleixo dos projectistas, uma vez que todos projectos foram dimensionados com o auxílio de um programa informático, cuja maioria fornece este tipo de informação.

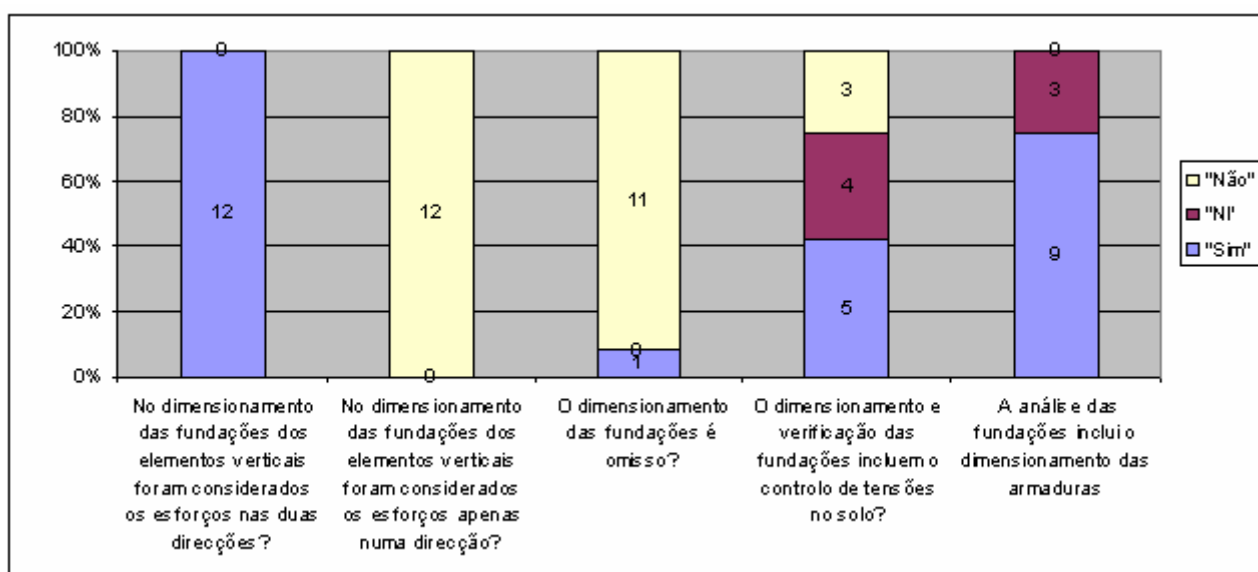


Fig. 17 – Dimensionamento – Plurifamiliar > 4

5.3.2.4. Total da Amostra

Na fig.18. podemos observar as percentagens existentes na totalidade da amostra, onde os resultados obtidos são um pouco mais positivos do que na informação geotécnica.

Este melhoramento, na nossa opinião deve-se a utilização de um programa de cálculo, para o dimensionamento das fundações, ao qual todos os projectistas recorreram. No entanto, com o auxílio preciso deste instrumento ainda não se compreende as deficiências encontradas, nomeadamente com o dimensionamento considerando os esforços apenas numa direcção em cerca de 3% dos projectos, e a não apresentação de todos os dados relacionados com esta temática.

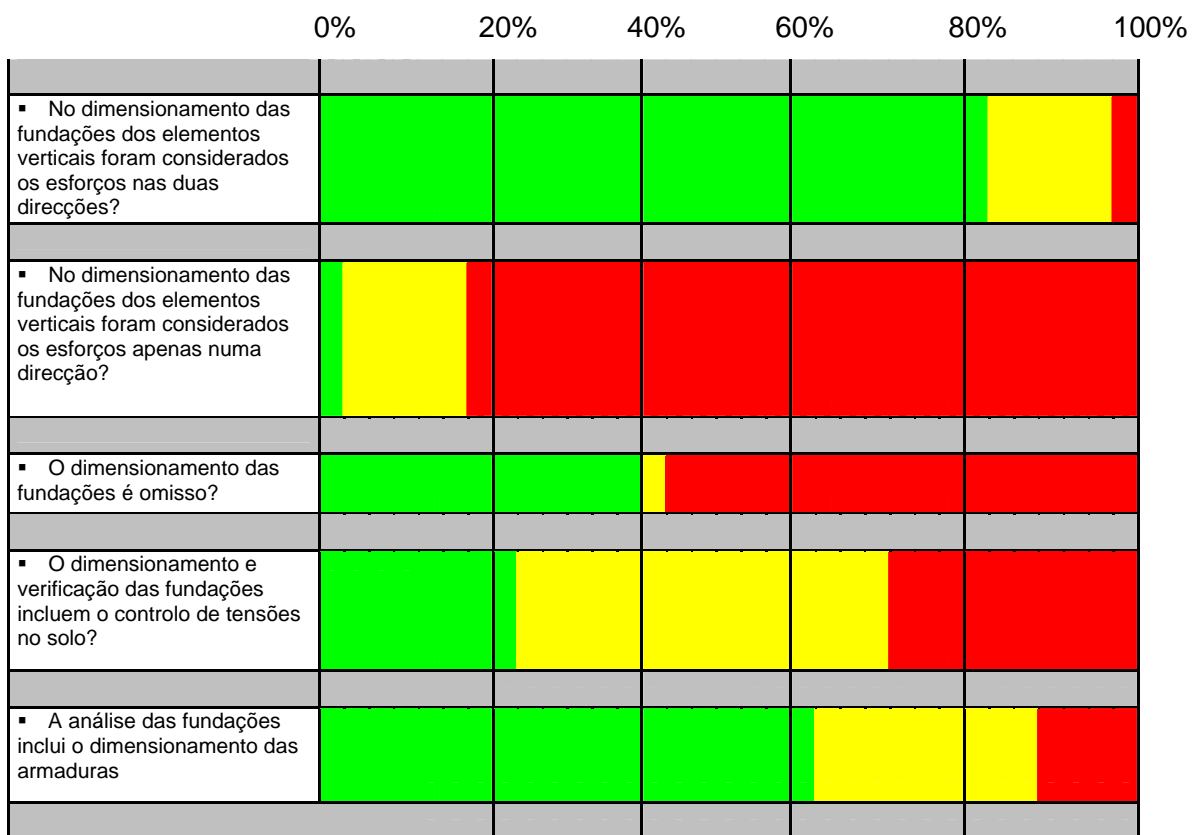


Fig. 18 - Percentagens - Dimensionamento

5.3.3. DISTRIBUIÇÃO PLANIMÉTRICA, ALTIMÉTRICA E PORMENORIZAÇÃO

A planta de Fundações deve incutir toda a informação relativa ao posicionamento dos diversos elementos estruturais e pormenorização de fundações, incluindo elementos associados (por exemplo vigas de equilíbrio)

O dimensionamento dos diversos elementos estruturais de fundação deve ser traduzida de modo individualizado, agregando em soluções-tipo apenas casos de pequenas diferenças dimensionais ou de armaduras.

As armaduras especificadas nos pormenores de fundações devem garantir uma correcta amarração das mesmas nos seus bordos, a materialização do apoio considerado na superestrutura e o controlo de altura de betonagem.

5.3.3.1. Edifícios Unifamiliares

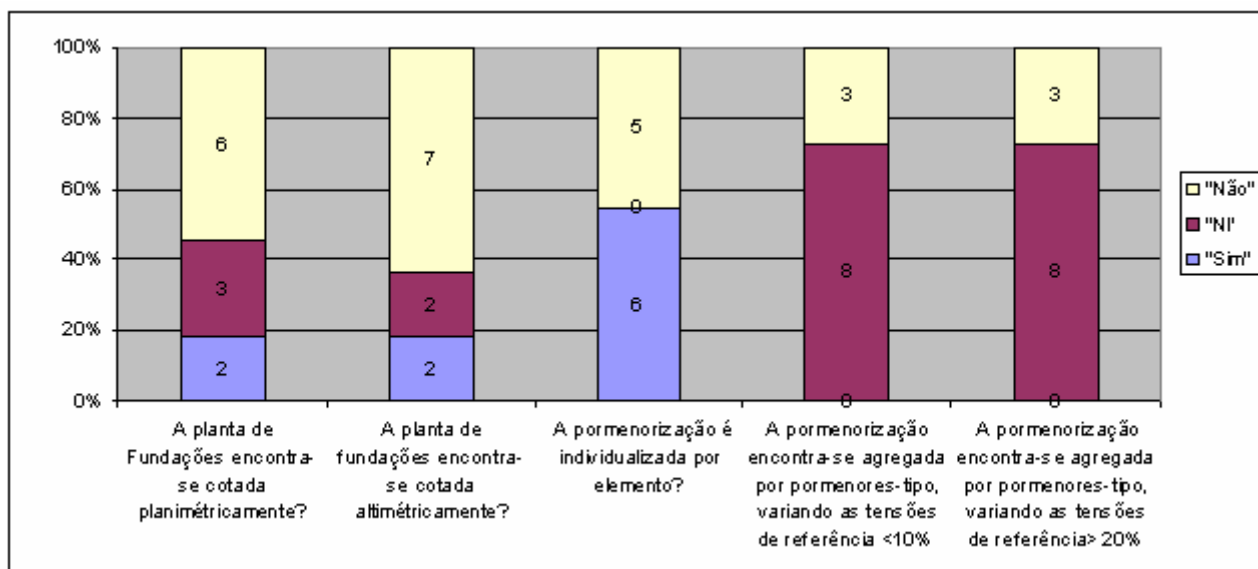


Fig. 19 – Pormenorização – Unifamiliares

Quanto as pormenorizações dos elementos, nos edifícios unifamiliares, esta é na sua maioria vaga, isto é, são apresentados apenas os desenhos base. A existência de 45% de projectos que não conta com a pormenorização individualizada por elemento, é uma prova da negligência do projectista. Nestes casos normalmente existe um tabela geral com o tipo armadura a ser utilizada, mas nunca como será executada.

Apenas 20% das plantas de fundações encontram-se cotadas planimetricamente e altimetricamente, o que será completamente compreensível na óptica, dos projectos de fundações analisados. Pois uma vez que os relatórios geotécnicos e conhecimento do local são praticamente inexistente, o conhecimento e transcrições das cotas do relevo dos terrenos a distância entre pontos nivelados, será uma informação desconhecida praticamente na totalidade.

O cuidado relativo ao agrupamento de pormenores tipo é quase na sua totalidade nula, possivelmente devidas as considerações relativas as tenções admissíveis serem sempre semelhantes em todos os casos analisados.

5.3.3.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

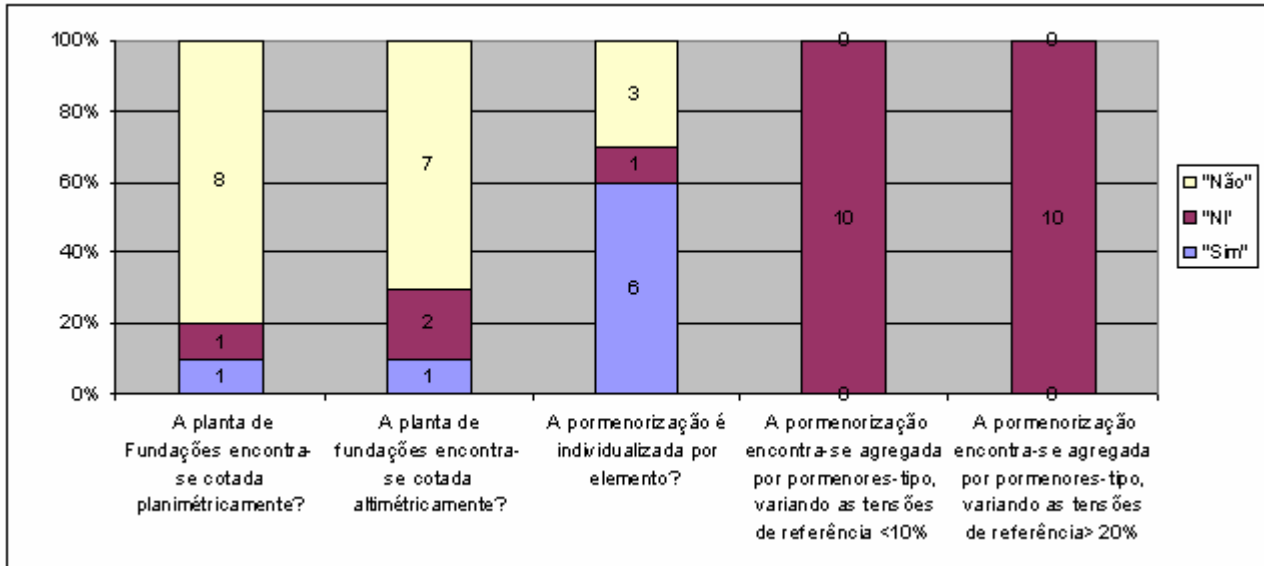


Fig. 20 – Pormenorização – Plurifamiliar <=4

Nos edifícios plurifamiliares, verifica-se que a tendência se mantém em relação aos unifamiliares. A maioria das plantas de fundações não se encontram cotadas, no entanto demonstra um maior detalhe na quantidade da pormenorização, com o acréscimo de elementos pormenorizados individualmente.

5.3.3.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4

É nesta tipologia que se pode visualizar um pequeno melhoramento na qualidade dos projectos.

Com os aumentos da informação geotécnica (ver 5.3.1.2), também existe um acréscimo no conhecimento e transcrição das cotas relativas ao local a construir.

Os elementos são quase na sua totalidade pormenorizados individualmente, excluindo-se cerca de 16% dos casos onde apenas se apresenta um quadro resumo das sapatas.

Deparamo-nos também, pela primeira vez, com casos onde a pormenorização se encontra agregada por variações tipo, variando as tensões de referência.

Estas considerações, não significam, no entanto uma admissão da qualidade do projecto, pois continuamos com uma percentagem elevadíssima de omissões.

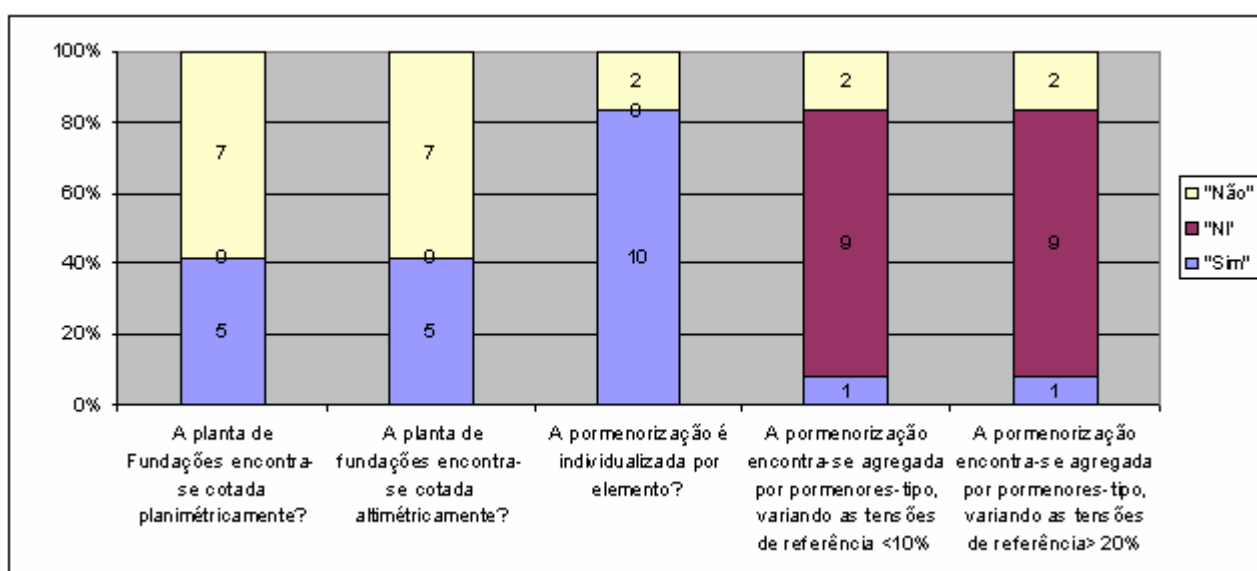


Fig. 21 – Pormenorização – Plurifamiliar > 4

5.3.3.4. Total da Amostra

A nível global, este critério de avaliação, denota uma deficiência, bastante elevada. A falta de informações geotécnicas e o dimensionamento erróneo de alguns projectos reflecte-se na pormenorização das fundações.

Os dados são praticamente inexistente, evidenciando apenas a pormenorização individualizada por elemento com avaliação positiva, de cerca de 66,6% dos projectos contendo este critério.

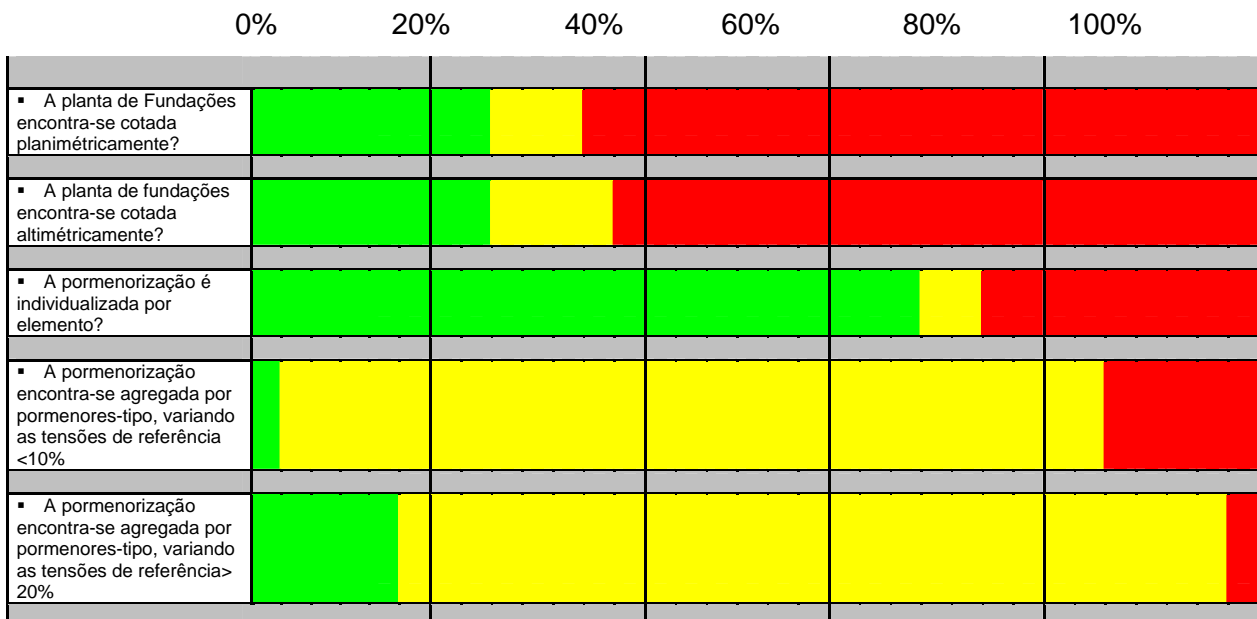


Fig. 22 - Percentagens – Pormenorização

5.3.4. FUNDAÇÕES – DESEMPENHO GLOBAL

Esta nota quantitativa foi calculada considerando nota 0 para projectos com percentagem de 0 a 20%, nota 1 para o intervalo de 20 a 40%, nota 2 de 40 a 60%, nota 3 de 60 a 80% e nota 4 para os projectos compreendidos entre 80 a 100%.

Assim sendo a distribuição das notas encontradas para a classificação de objectivo Parcial Fundações, encontra-se ilustrada na fig. 23. Num universo de 33 projectos analisados constata-se que a nota média do projecto de fundações é de 1,38, correspondente a uma situação de projecto com nota 1. Com este valor podemos dizer que em média os projectos de fundação, são caracterizados **pelo não cumprimento das disposições regulamentares** e pela quase inexistência de pormenorização.

É bastante relevante verificar que 38,5% dos projectos analisados, receberam a nota 0, o que significa que a maioria dos projectos não contem informação do dimensionamento ou das pormenorizações, das fundações. Esta situação é no nosso entender gravíssima atendendo à importância das fundações para a obtenção de uma estrutura com qualidade e para o comportamento da mesma ao longo da vida útil do edifício.

Em comparação com estudo efectuado em 1998, (ver fig. 24) onde os resultados obtidos foram de 1,70, e que de acordo com o descritor, corresponde a uma situação de projecto compreendida entre a nota 1 e 2, poderá se concluir que, no que diz respeito as fundação, a qualidade de projecto não sofreu qualquer tipo de melhoramento, muito pelo contrario a ponderação da nota é ainda inferior.

O decréscimo da qualidade dos projectos de fundação, é contraditório ao nível de desenvolvimento que o País sofreu nestes 10 anos. A justificação dos altos custos dos estudos geológicos, a nosso ver deixou de ser uma prerrogativa, uma vez que os custos inerentes, são geralmente, recuperáveis pelo simples facto de se obter uma informação mais rigorosa sobre a tensão a admitir no contacto sapata-solo.

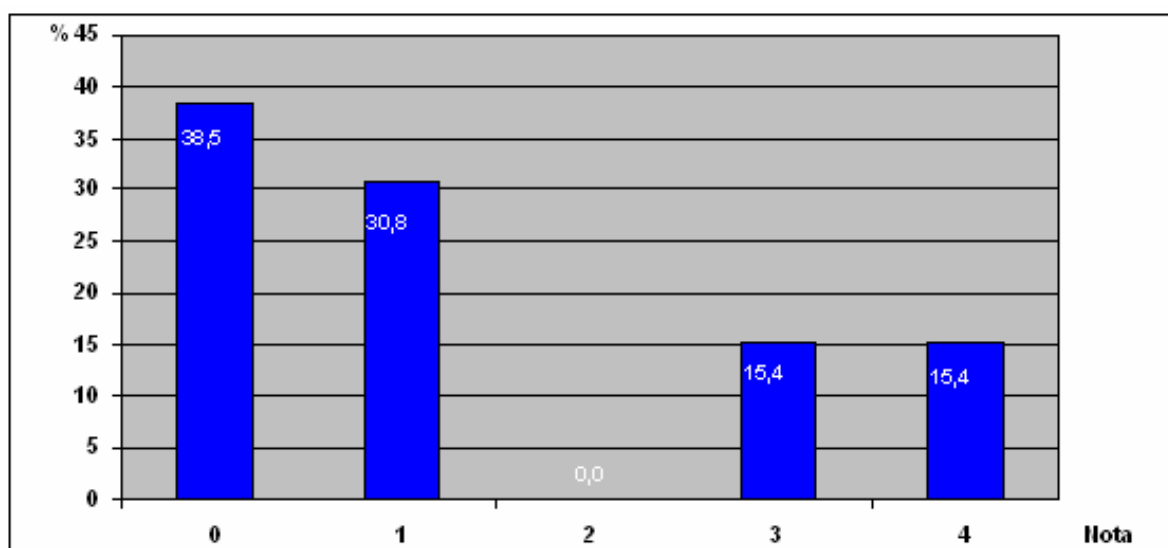


Fig. 23 Fundações – Desempenho Global da Estrutura

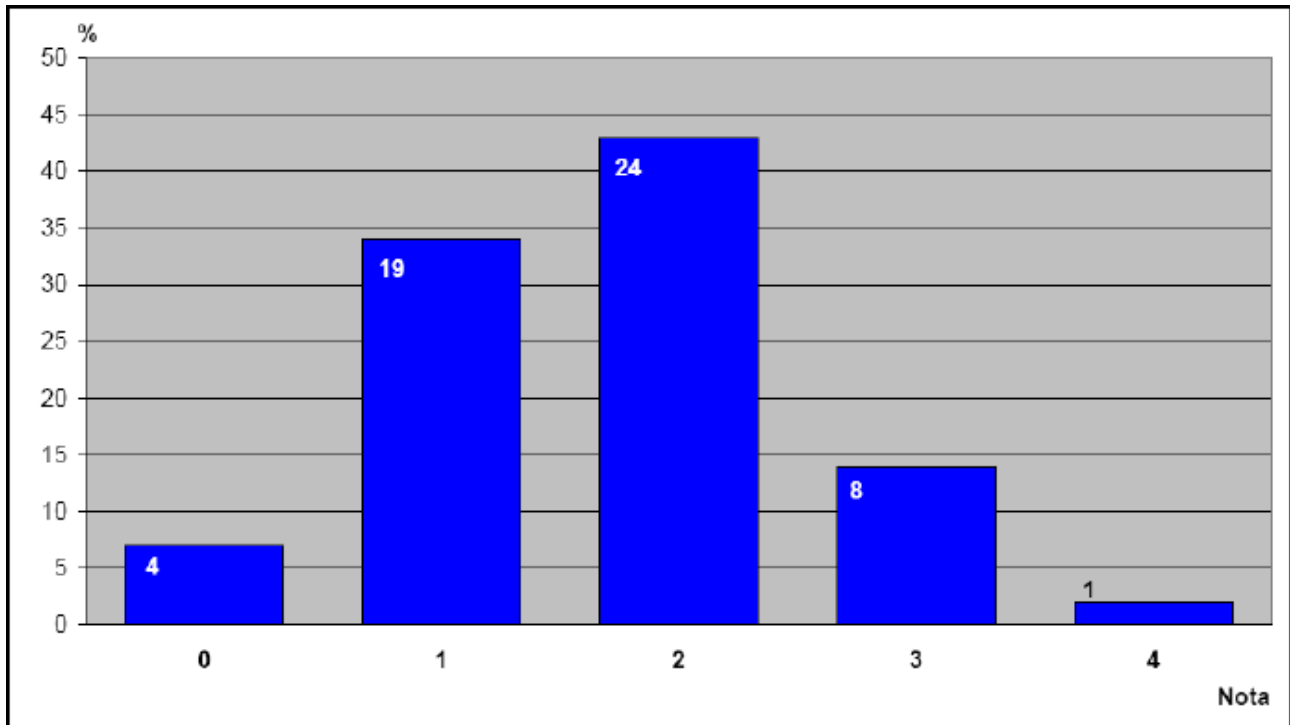


Fig. 24 Fundações - Desempenho Global da Estrutura obtidas no estudo de 1998 [3]

Na visualização das figuras 23 e 24, verificamos que a qualidade, dos projectos de estruturas, sofreram uma enorme variação, nos últimos 10 anos.

O aumento de projectos que receberam a nota 0 foi de praticamente 32%, mas por outro lado também existiu um acréscimo na percentagem de projectos com a nota máxima. Podemos afirmar que os projectos medianos se dissiparam, formando extremos, ou seja ou cumprem todas as disposições regulamentares, recebendo a cotação de Bom, ou por outro lado, recebem a cotação de Mau, não cumprindo nenhuma disposição regulamentar.

Os projectos de estruturas que obtiveram o nível de nota medíocre e continua com percentagem bastantes semelhantes, rondando os 31%.

Assim sendo conclui-se que a nota média calculada anteriormente, é bastante semelhante apenas pelo o equilíbrio, da dissolução da nota 2 em nota 0 e 4, existente na análise em apreço.

5.4. CLASSIFICAÇÃO DO OBJECTIVO PARCIAL – SUPERESTRUTURA

No objectivo Parcial Superestrutura, analisaram-se os aspectos relacionados com a concepção estrutural global e rigor no desenvolvimento da análise estrutural, nomeadamente na quantificação das diversas acções, dimensionamento das peças e produção de elementos desenhados para a execução.

5.4.1. SUPERESTRUTURA – CONCEPÇÃO

O esquema estrutural adoptado deverá encontrar-se rigorosamente descrito nas peças escritas do projecto, possibilitando assim, a sua inequívoca identificação nas peças desenhadas correspondentes.

A organização dos elementos estruturais de suporte do edifício deverá garantir um eficaz funcionamento do conjunto, materializando uma malha resistente ortogonal que inclua a periferia do edifício, com regularidade de vão e elementos de grande rigidez centrados.

5.4.1.1. Edifícios Unifamiliares

Na fig. 24, encontra-se representado, os resultados obtidos da análise, da concepção nos edifícios unifamiliares

A escolha do esquema estrutural a utilizar para a estrutura resistente de um edifício é da exclusiva responsabilidade do projectista, sendo totalmente omissa na regulamentação quaisquer indicações sobre o assunto. Deste modo deverá ser possível um entendimento correcto da opção seguida através de uma descrição pormenorizada do modelo estrutural utilizado. Como se verifica, apenas 63,6% dos projectos analisados contém uma descrição do modelo estrutural, sendo restante totalmente omissa.

No entanto mesmo nos projectos onde o modelo estrutural é descrito, esta informação é bastante limitada, baseando-se unicamente num comentário sobre a composição de modelo estrutural.

A distribuição regular em planta e altura dos elementos resistentes, bem como a ortogonalidade e simetria, são umas das principais razões para o eficaz funcionamento do conjunto do edifício, bem como uma melhor descrição matemática através dos métodos de análise estrutural existente.

No caso em análise, a distribuição ortogonal e simétrica cobre 80% dos projectos, no entanto continua-se a verificar resultados negativos em critérios cruciais para o bom desempenho do edifício. Esta situação também é visível no critério torção global da estrutura, neste critério 30% do projectos não contém qualquer tipo de informação.

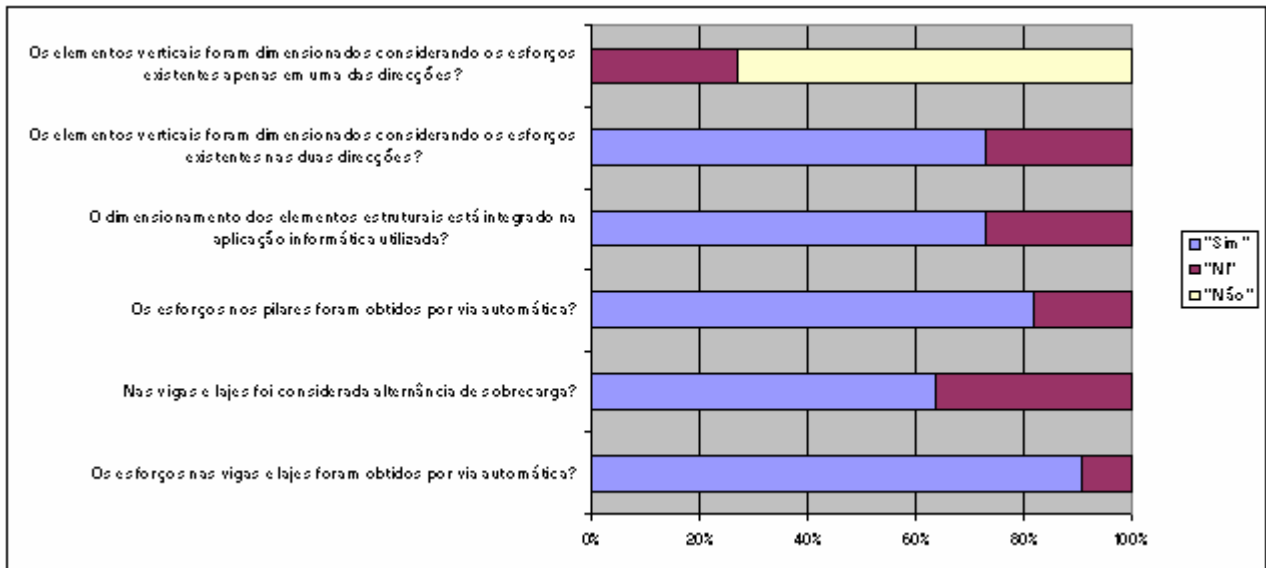


Fig. 25 – Concepção – Edifícios Unifamiliares

5.4.1.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

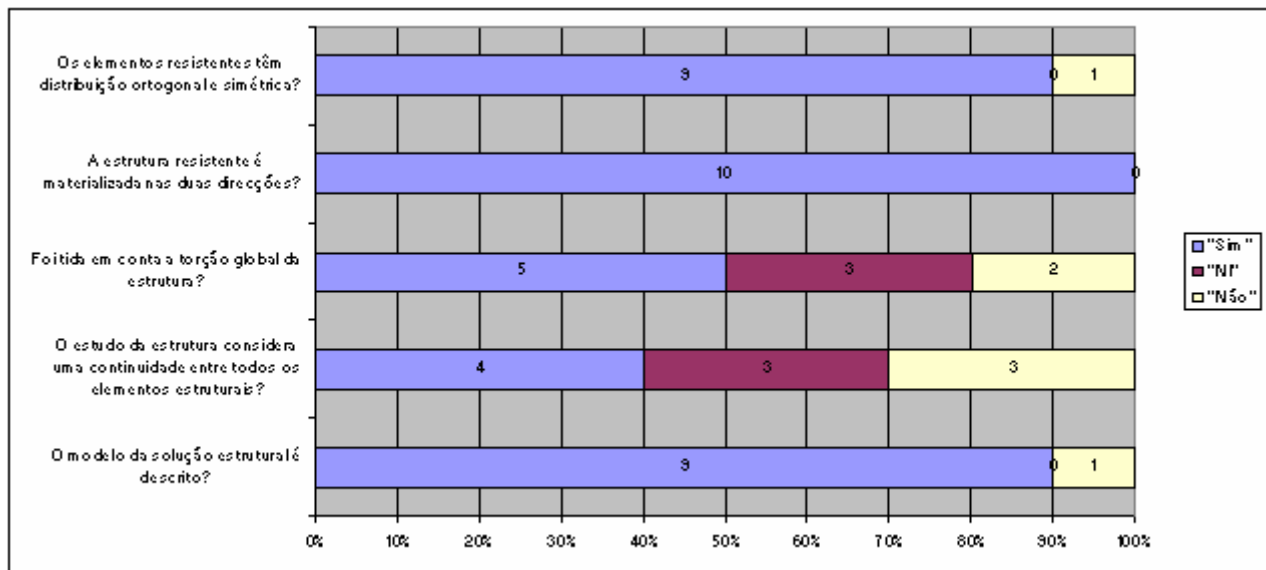


Fig. 26 – Concepção – Edifícios Plurifamiliares <=4

Nesta tipologia e referenciando os critérios expostos na fig.26, denota-se um acréscimo de informação da concepção realizada.

Existem 90% dos projectos que têm a sua solução estrutural descrita, no entanto essa descrição não cumpre na maioria dos casos as referências detalhadas nos seguintes casos:

- Modelo da solução estrutural global (descaracterização em pórticos planos, modelo tridimensional, associação pórtico-parede, etc);

- Geometria das diversas subestruturas com indicação dos elementos estruturais que a compõem, utilizando as designações seguidas na plantas estruturais que a compõem, utilizando as designações seguidas nas plantas estruturais e pormenorização;
- Princípios de cálculo seguidos na análise estrutural dos diversos elementos;
- Frequência própria da estrutura.

Foi utilizado unicamente uma descrição de materiais utilizados, tipo de lajes, pilares e vigas, remetendo toda a informação subsequente para a utilização de um programa de cálculo, que nomeadamente cumpre toda a regulamentação necessária.

5.4.1.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos superiores a 4

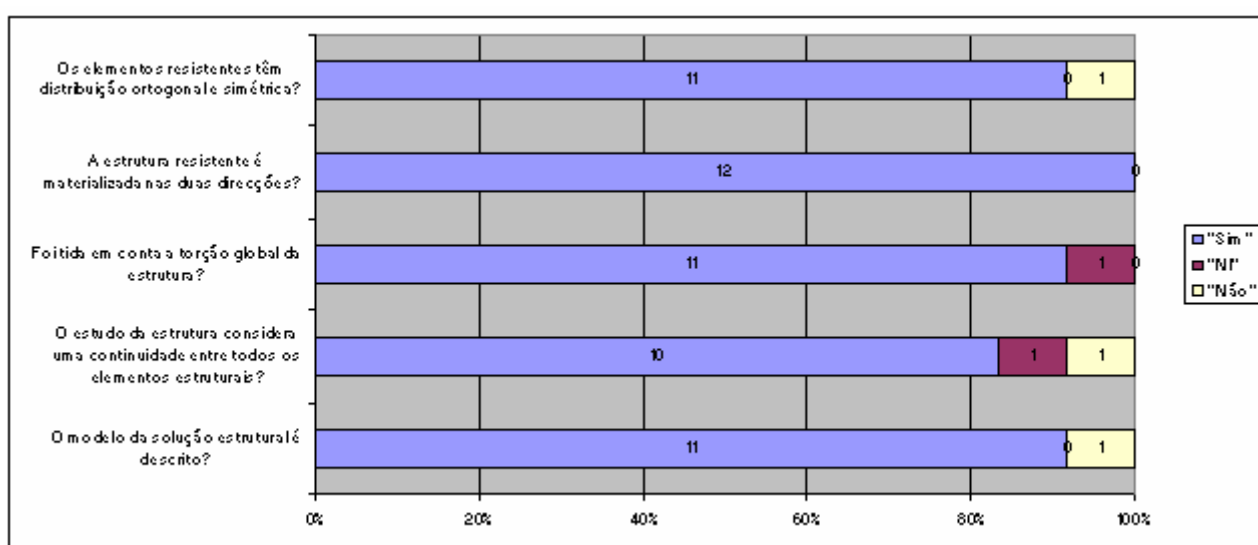


Fig. 27 – Concepção – Edifícios Plurifamiliares > 4

Com a fig. 27, apuramos que a qualidade neste critério sofre um melhoramento apreciável, não apenas no que diz respeito a existência de informações, mas também no âmbito da própria concepção do estrutural, com uma discricção superior e mais pormenorizada da solução estrutural.

5.4.1.4. Total da Amostra

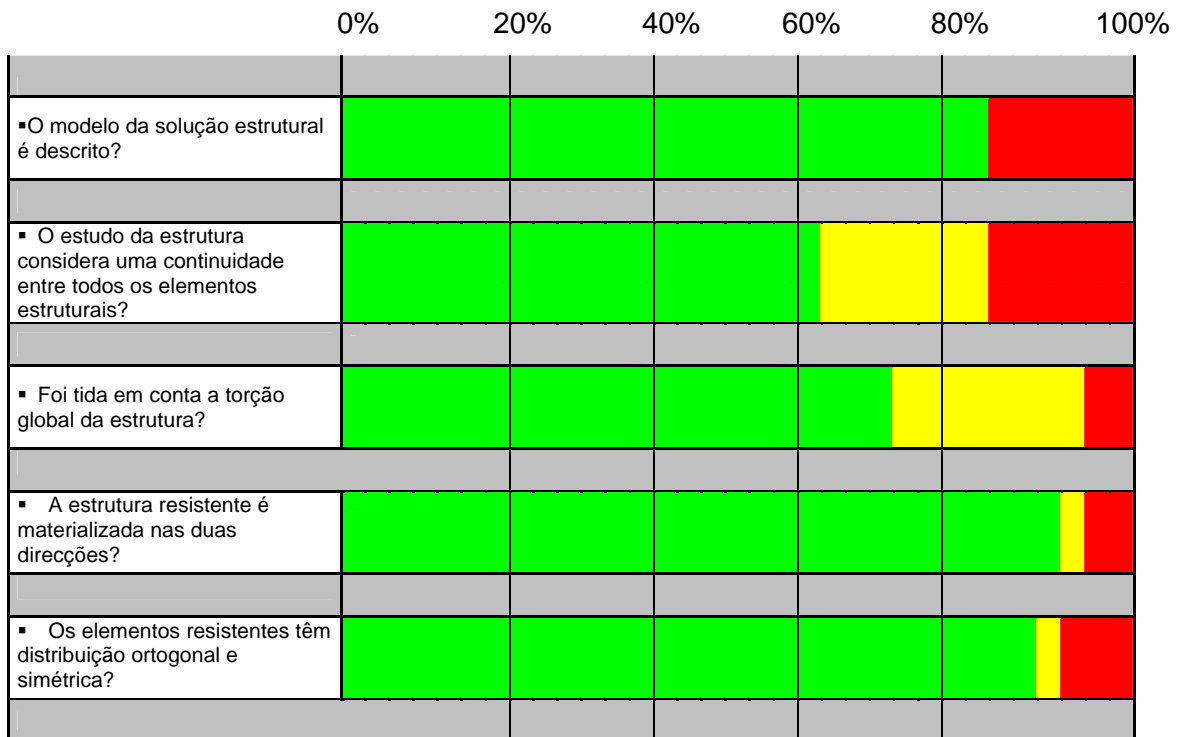


Fig. 28 - Percentagens – Concepção

Na totalidade da amostra, os critérios de avaliação aqui em apreço, contrariamente ao que se passa nas fundações, já colocam todos os projectos de estruturas com nota positiva, o que nós faz considerar que os projectista, provavelmente consideram a concepção da superestrutura mais importante do que as fundações, as quais praticamente ignoram.

Existe no entanto uma pequena percentagem de projectos, dos quais a avaliação continua negativa, a responsabilidade, no entanto reside praticamente nos projectos efectuados para a tipologia unifamiliares e plurifamiliares com pisos inferiores ou iguais a 4.

5.4.2. SUPERESTRUTURA – ACÇÕES

Para o dimensionamento da estrutura do edifício deverão ser consideradas todas as acções verticais relevantes, nomeadamente acções permanentes devidas a elementos não-estruturais.

Para o dimensionamento da estrutura do edifício deverão ser consideradas todas as acções horizontais relevantes, nomeadamente as acções do vento e sísmicas, sendo nestas últimas, contemplado o efeito em duas direcções ortogonais e alternância de sentido.

O dimensionamento dos diversos elementos resistentes do edifício deverá ser baseado na combinação, de acordo com as disposições regulamentares, dos resultados das análises individuais sob cada uma das acções consideradas.

As verificações da qualidade dos projectos no que diz respeito a combinações de acções passa pelos seguintes pontos:

- Acções permanentes – verificação, dos valores utilizados para peso próprio das lajes e elementos estruturais; verificação de pesos próprios de regularização e revestimentos;
- Sobrecargas de Utilização – verificação do valor indicado para zonas primitivas e zonas de circulação ou acessos;
- Acção de utilização – verificação do valor indicado, em função da altitude e local.
- Acção do vento – verificação do valor da pressão dinâmica do vento, em função do local, exposição e altura do edifício, devendo ser considerada a sua variação ao longo do desenvolvimento vertical, se relevante; verificação dos coeficientes de forma utilizados para determinação das pressões do vento em cada superfície e valores das resultantes aplicadas ao nível de cada piso
- Acção do sismo – verificação da estimativa das acções gravíticas e do processo de quantificação das forças sísmicas horizontais, de acordo com o disposto regulamentarmente.

Para um correcto dimensionamento dos esforços impostos a estrutura, é necessário uma correcta e completa avaliação dos esforços resultantes das combinações de acções.

5.4.2.1. Edifícios Unifamiliares

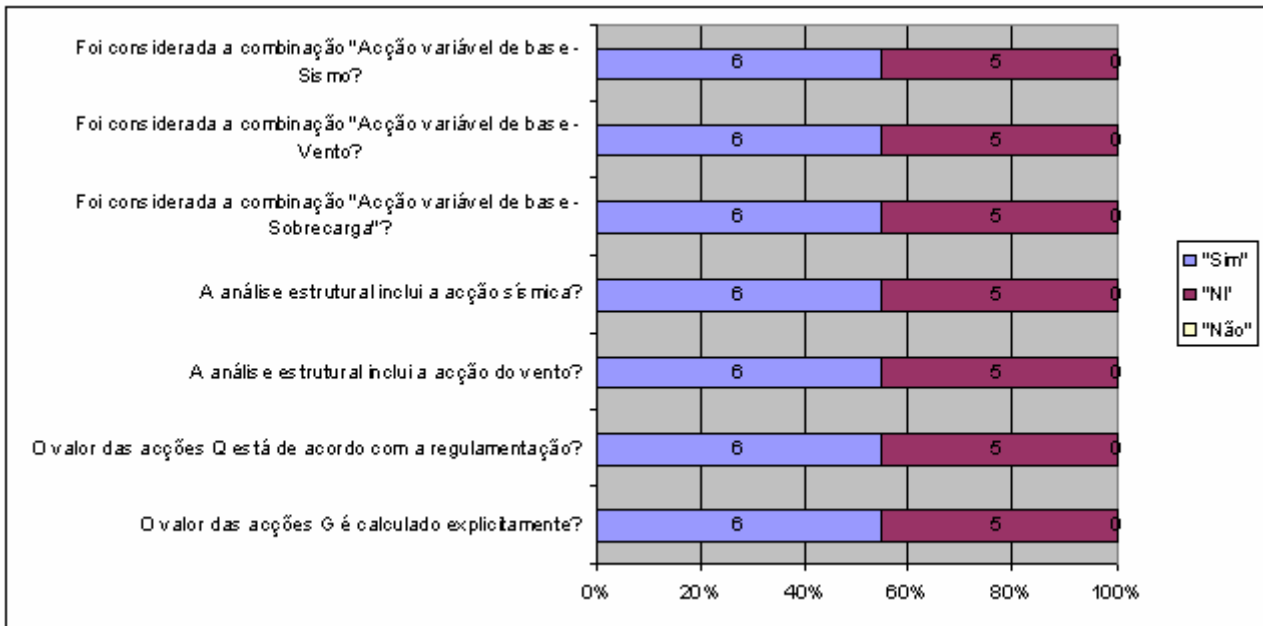


Fig. 29 – Acções – Unifamiliar

Na verificação das combinações de acções efectuou-se uma análise qualitativa nomeadamente com a identificação das combinações de todas as acções.

Em 45% dos projectos analisados, neste critério foi impossível a verificação das combinações devido à inexistência do cálculo das mesmas. O projectista tomou como opção descrever as fórmulas gerais contidas no Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA), com o comentário de que foram efectuadas todas as combinações necessária para respeitar o regulamento.

5.4.2.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

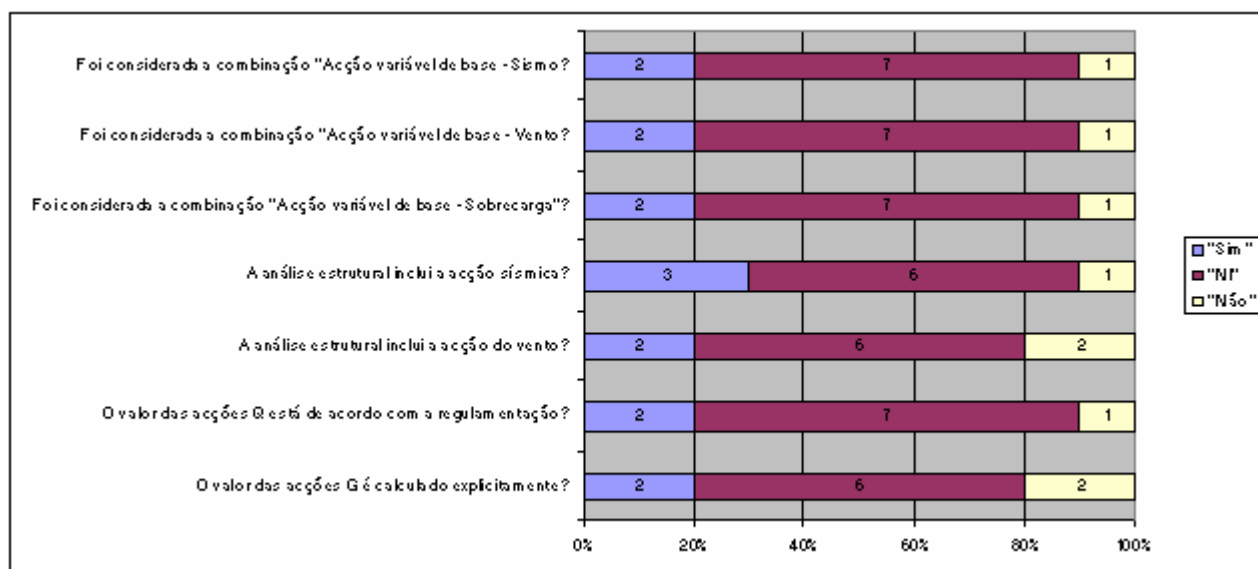


Fig. 30 – Acções – Plurifamiliar <=4

Nos edifícios com pisos inferiores ou iguais a 4, o critério de avaliação, combinação de acções é bastante preocupante existindo apenas 20% dos projectos com uma correcta combinação de acções. A quantidade de “não indica” continua a ser bastante pronunciada, equiparando-se aos edifícios unifamiliares.

A novidade desta tipologia em relação a anterior é a existência de cerca 10% a 20% de projectos aos quais não aprestam todas as combinações de acções existentes. Se na combinação da neve e do sismo, a situação não será muito grave, devido a zonas para onde os projectos são dimensionados, a falta da combinação de acção sobrecarga em 10% dos cálculos, poderá indicar um deficiente cálculo dos esforços, e consequentemente um deficiente dimensionamento da estrutura do edifício.

5.4.2.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4

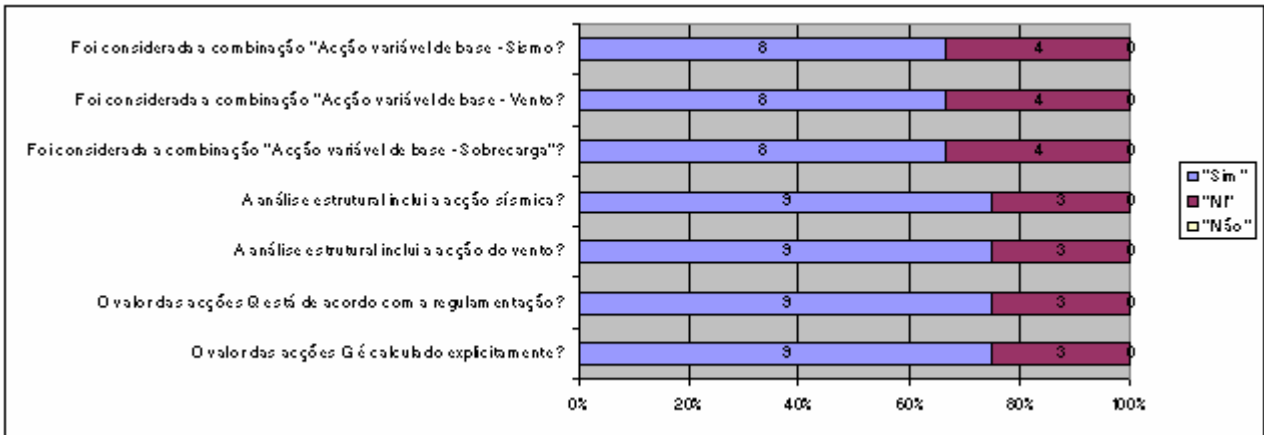


Fig. 31 – Acções – Plurifamiliar >4

Nos edifícios desta tipologia todas as combinações de acções que exibidas foram realizadas usando todas as acções, nomeadamente as acções do sismo, vento, sobrecarga e vento, respeitando a o valor das acções constantes no RSA.

Continua no entanto a existir 25% dos projectos que não apresentam os cálculos das combinações de acções.

5.4.2.4. Total da Amostra

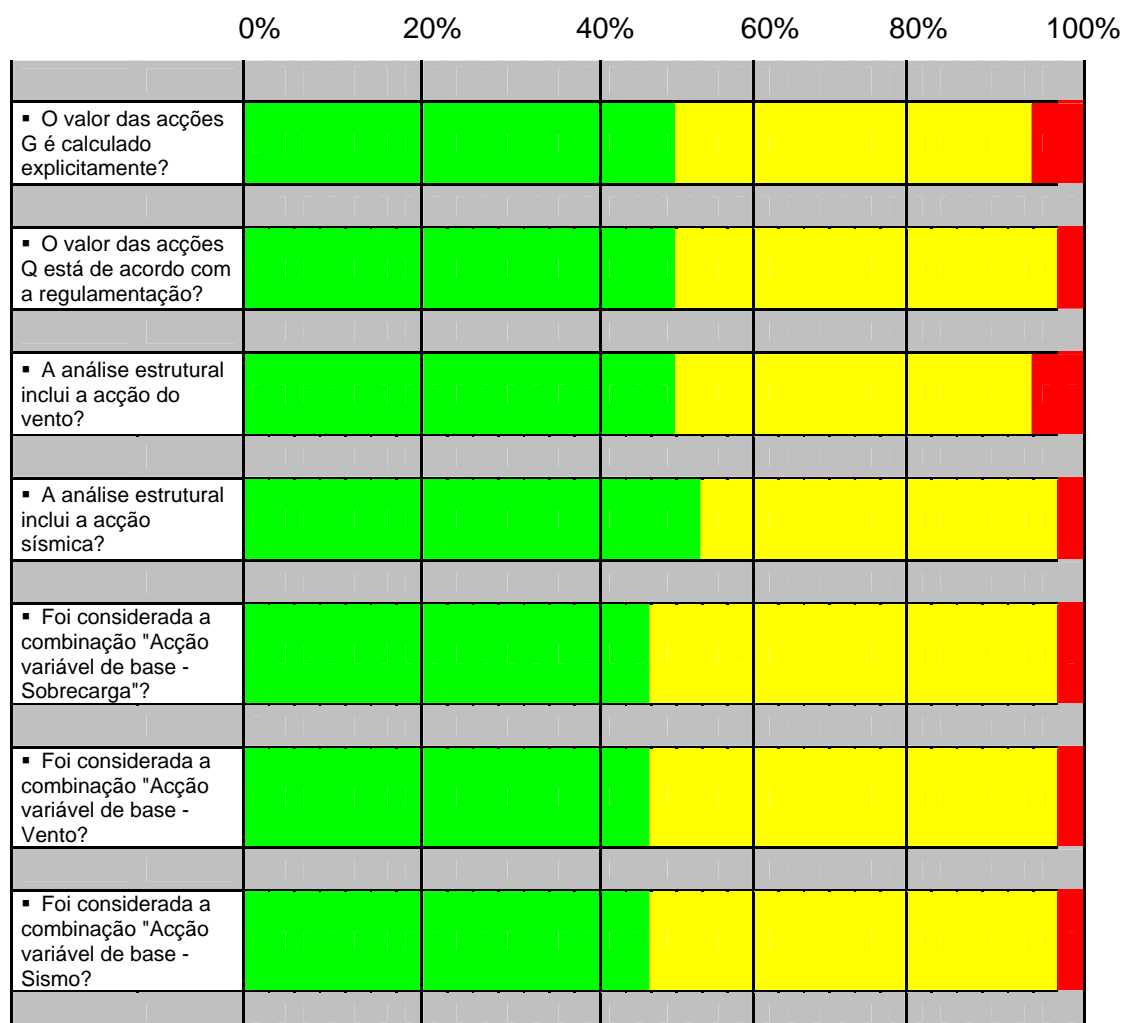


Fig. 32 - Percentagens – Acções

O visionamento do total da amostra, demonstra uma elevada falta de cálculos no que diz respeito as combinações de acções. Esta deficiência poderá ser uma das justificações pelas falhas construtivas apresentadas nos edifícios correntes.

Tirando por base que todas as combinações não apresentadas, têm imperfeições, concluímos que cerca de 50% dos projectos de estruturas contém erros no dimensionamento dos esforços aplicados à estrutura, consequentemente todo o dimensionamento posterior, basear-se-á em esforços não reais. Este pressuposto, poderá dar origem a duas vertentes, por um lado o projectista pode optar por um aumento exagerado dos esforços, resultando assim num aumento de custos para o construtor, ou por outro os esforços podem ser subavaliados, provocando possíveis defeitos construtivos.

5.4.3. SUPERESTRUTURA – DIMENSIONAMENTO

O modelo de Cálculo global utilizado para a determinação dos esforços nos diversos elementos estruturais do edifício deverá considerar a ligação efectiva entre elementos verticais e horizontais bem como a distribuição das acções horizontais em função da torção induzida pelo afastamento entre centros de massa de rigidez, por piso, sendo realizado por via automática.

Os elementos horizontais de suporte do edifício – lajes e vigas – deverão ser dimensionados para os esforços resultantes das combinações de acções relevantes, nomeadamente alternância de sobrecargas, obtidos por via automática.

Os elementos verticais de suporte do edifício – pilares e paredes – deverão ser dimensionados para os esforços resultantes das combinações de acções relevantes, nomeadamente flexão desviada nas peças de intersecção de subestruturas ortogonais, obtidos por via automática.

O recurso a programas de cálculo automático para a análise estrutural dos edifícios possibilita um maior rigor nesta fase do estudo. No entanto, tratam-se unicamente de modelos matemáticos procurando traduzir comportamentos teóricos de peças e materiais, a sua utilização consciente obriga a um conhecimento razoável dos diversos elementos a dimensionar.

5.4.3.1. Edifícios Unifamiliares

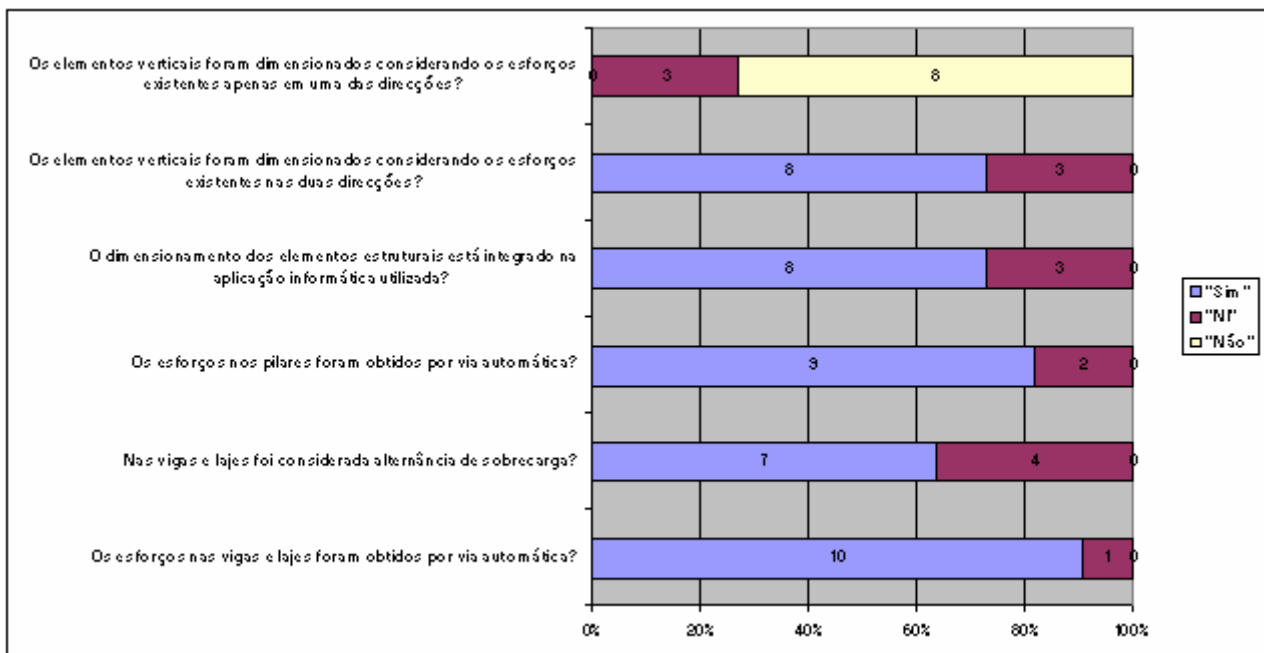


Fig. 33 – Dimensionamento - Unifamiliares

5.4.3.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

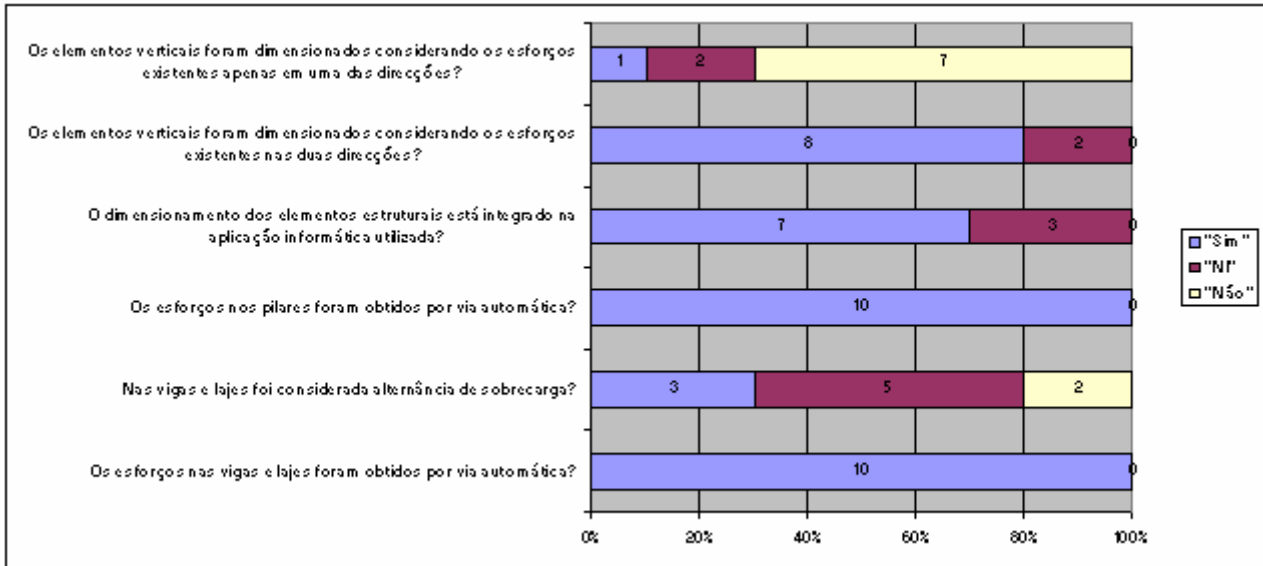


Fig. 34 – Dimensionamento – Plurifamiliares <=4

5.4.3.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4

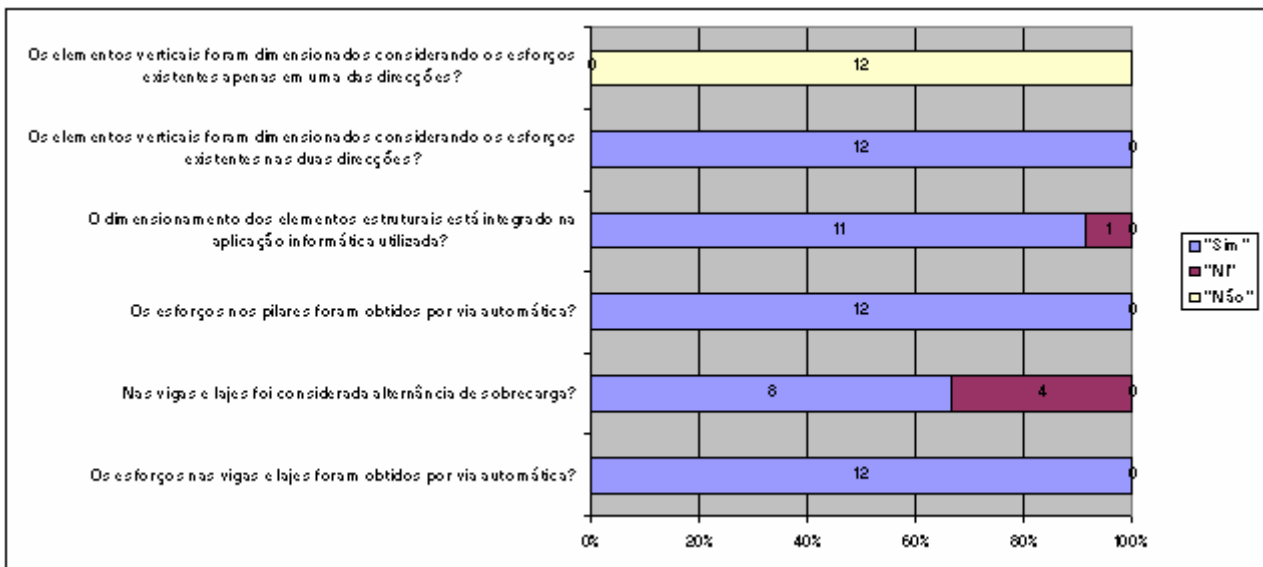


Fig. 35 – Dimensionamento – Plurifamiliares > 4

5.4.3.4. Totalidade da Amostra

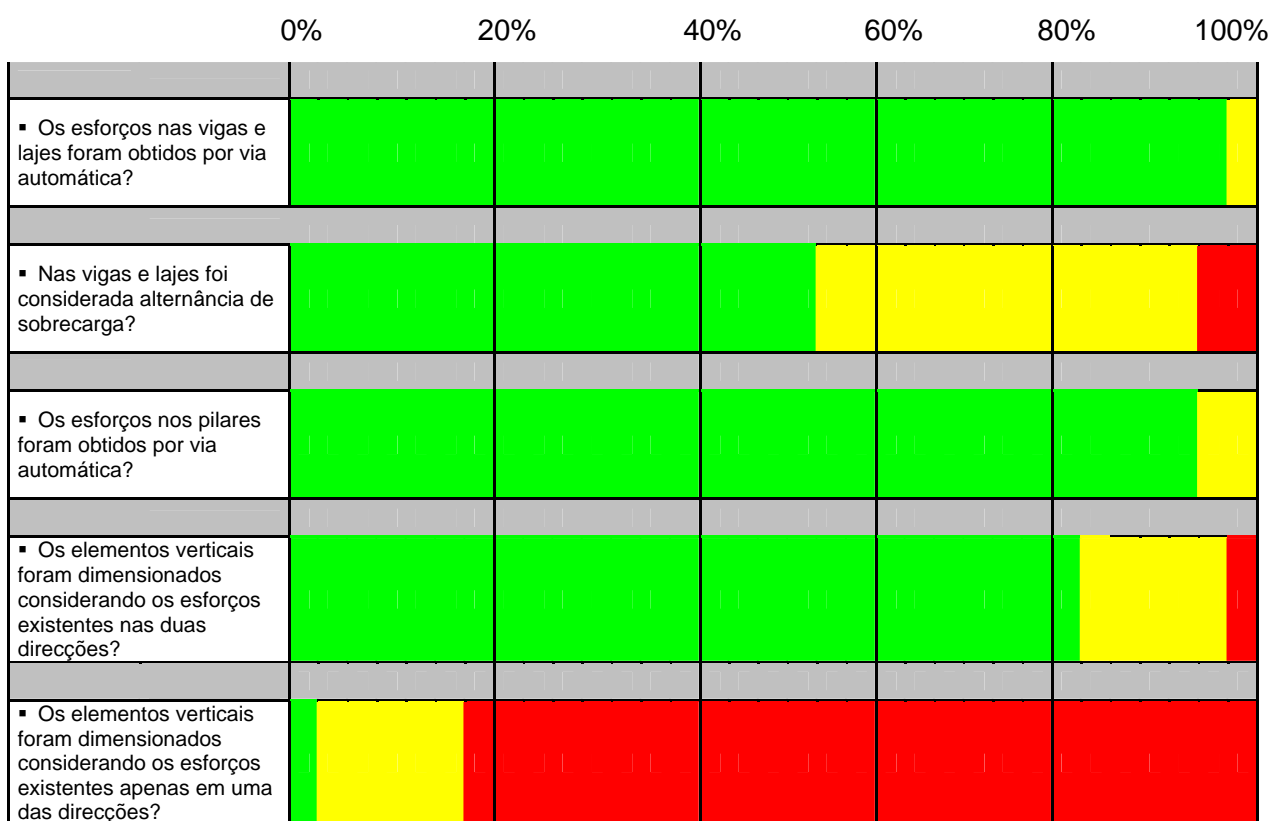


Fig. 36 - Percentagens – Dimensionamento

Todos os dimensionamentos foram efectuados com o auxílio de um programa de cálculo, as referencia identificadas como “Não Indica”, foi adoptada nos casos onde as notas de cálculo não eram facultadas.

Como já referido, a utilização de programas de cálculo, não isenta o autor do projecto na sua fiabilidade. Um dos exemplos mais visíveis, encontra-se com o dimensionamento dos elementos verticais, onde em 3% dos projectos analisados, foram executados considerando apenas os esforços numa direcção.

Outra contradição encontra-se com a não realização de alternância de sobrecargas nas vigas e lajes, em cerca de 6% dos inquiridos. Esta situação assim, como nas combinações de acções, pode conduzir a um dimensionamento fictício, que poderá intervir na quantidade e dimensão do aço a utilizar.

5.4.4. SUPERESTRUTURA – PORMENORIZAÇÃO

As plantas estruturais dos diversos pisos deverão descrever, de forma rigorosa, a designação, posição e características geométricas dos diversos elementos, bem como a localização e dimensão de orifícios ou outros detalhes particulares de execução.

A pormenorização dos elementos horizontais da estrutura deverá fornecer todas as indicações necessárias para a sua modelação, armação e inserção relativamente aos elementos adjacentes e de suporte, sem simplificações ou agregação exagerada de elementos diferentes.

A pormenorização dos elementos verticais da estrutura deverá fornecer todas as indicações necessárias para a sua modelação, armação e, em particular, transição de armaduras e de secção entre troços sucessivos.

Deverão encontrar-se definidas em peças desenhadas todas as disposições complementos de execução, bem como pormenores específicos para elementos não-estruturais sejam realizados em associação com a estrutura do edifício.

5.4.4.1. Edifícios Unifamiliares

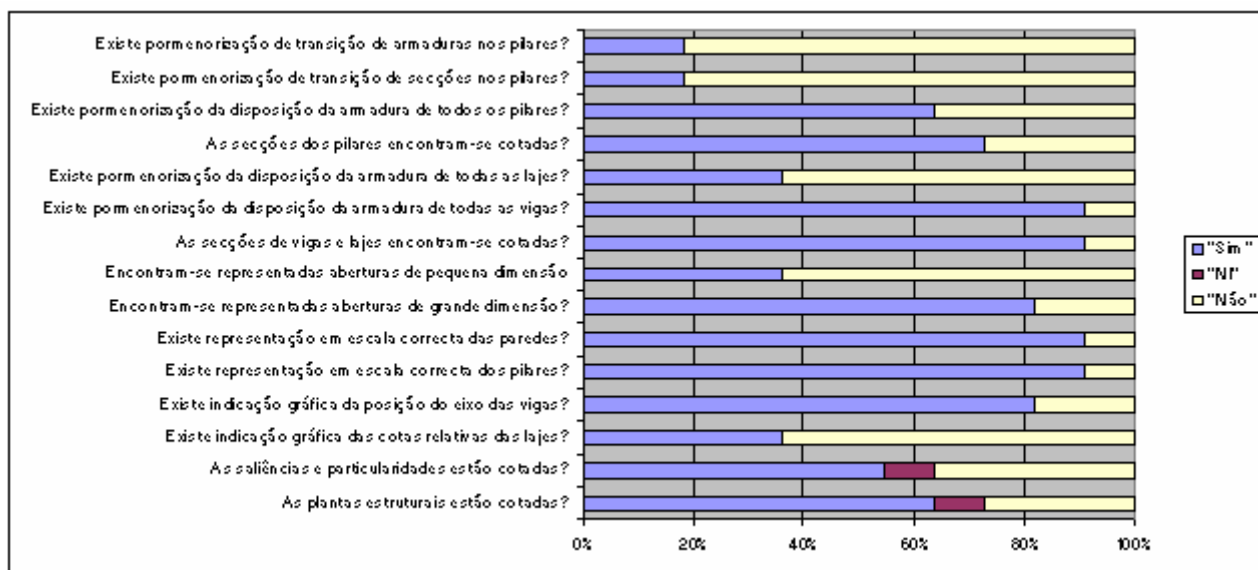


Fig. 37 – Pormenorização - Unifamiliares

Com a execução da obra “in sito”, a pormenorização, é a fase mais importante do projecto, pois é com base nesta informação que os executantes realizam a obra. A sua escassa ou imprecisa informação tem como consequência uma difícil interpretação por parte do construtor, que perderá tempo e recursos no esclarecimento das questões dúbias.

Nos edifícios unifamiliares a pormenorização é composta com o mínimo de informação indispensável, existindo apenas cerca de 18% dos projectos onde este critério de avaliação é cumprido na totalidade.

5.4.4.2. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Inferiores ou Iguais a 4

Seguindo a linha de orientação de todos os critérios de avaliação antecedentes, é nesta tipologia onde se encontra as maiores deficiências de projecto.

A pormenorização é escassa, não existindo um único projecto que cumpra os requisitos do objectivo critério pormenorização.

No entanto existe a pormenorização da disposição das armaduras em todas as vigas e pilares, situação que não se encontra nos edifícios unifamiliares.

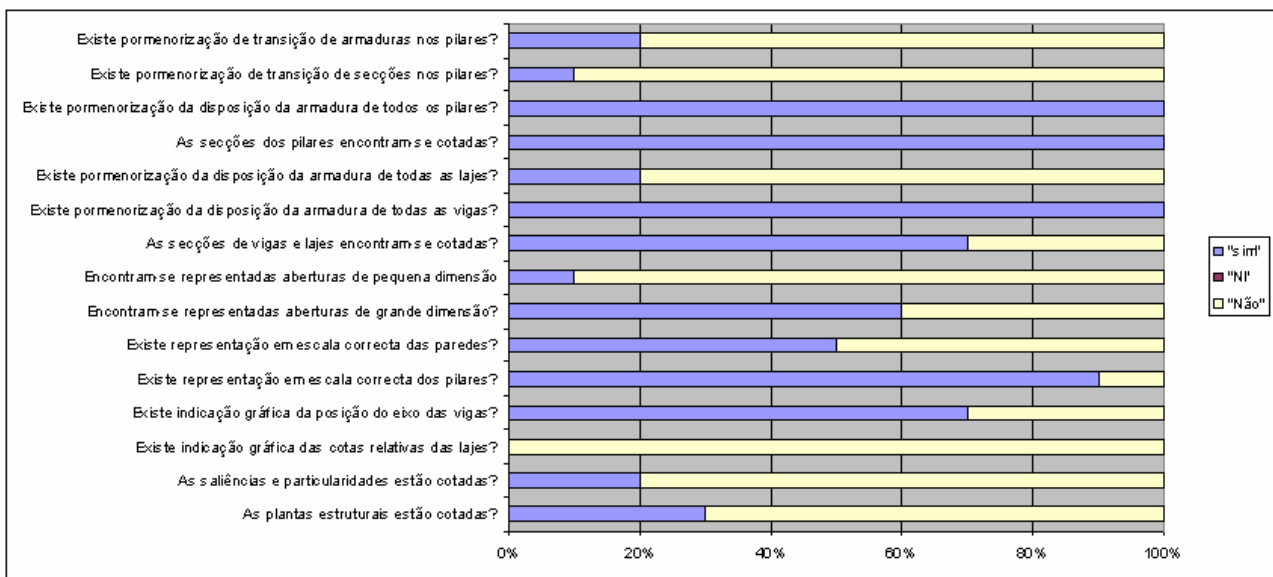


Fig. 38 – Pormenorização – Plurifamiliares <=4

5.4.4.3. Edifícios Plurifamiliares com Pisos Superiores a 4

Na tipologia com pisos superiores a 4 a pormenorização abrange praticamente todos os pontos enumerados.

As falhas mais visíveis são encontradas nas particularidades, cerca de 57% dos projectos não contém uma pormenorização da transição das armaduras dos pilares ou da sua secção. Sendo 12 a média de pisos desta amostra, o desenvolvimento dos pilares, é com toda a certeza não contínua, existindo variações de secção e consequentemente diferenciação da armadura, a não existência de um desenho esclarecedor, a transição destes pilares será executada de acordo com a opinião do executor e não do autor do projecto.

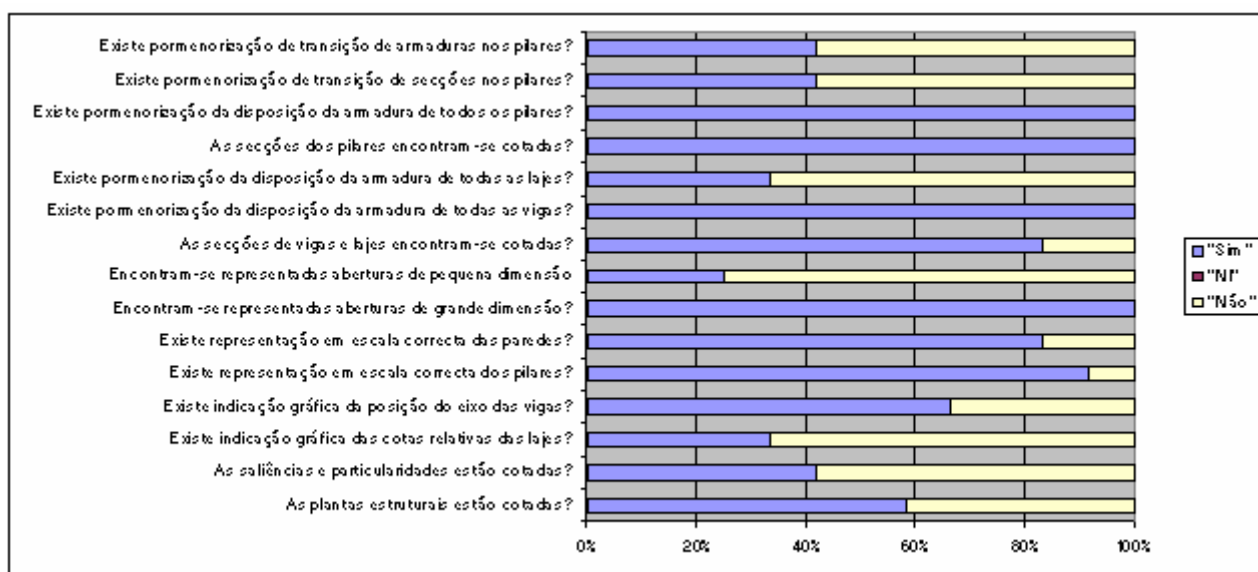


Fig. 39 – Pormenorização – Plurifamiliares > 4

5.4.4.4. Total da Amostra

A informação contida nas plantas estruturais é na sua maioria, a principal fonte utilizada para muitos trabalhos preparatórios de realização dos pisos do edifício.

Assim a inclusão nestas peças desenhadas o maior número de informação permite ao projectista visualizar, como um todo, a disposição dos diversos elementos projectados e a sua compatibilidade. Permite também a elaboração com maior rapidez a estimativas de custos ao longo do desenvolvimento do projecto de estruturas, já que fornece a maioria das quantidades apenas a partir das plantas mesmo antes de existir pormenorização individualizada.

Na observação da fig. 40, conclui-se que a informação contida nas plantas estruturais, são praticamente inexistentes, dificultando desta forma a visualização do projecto a ser executado.

A execução das vigas deverá basear-se em pormenorizações completas e individualizadas, que indiquem as respectivas armaduras e seus desenvolvimentos e a posição relativa dos elementos que neles se apoiam. Um dos erros mais frequentes em obra consiste no incorrecto posicionamento de vigas em relação às lajes que suportam. Esta deficiência poderá ser atenuada se em paralelo com as indicações das plantas estruturais, cada troço de viga indique, em corte, a posição e designação das lajes anexas. A inclusão das designações dos diversos elementos verticais que as suportam poderá evitar uma incorrecta implantação em obra.

Este critério de avaliação é largamente o mais conseguido, 90,9% dos projectos analisados contam com uma pormenorização individualizadas das armaduras com indicação de cotas, assim como 70% são enriquecidos com a informação da posição dos eixos das vigas.

Os pilares têm geralmente variações de armadura e de secção ao longo do seu desenvolvimento como já referenciado no ponto 5.4.4.3, as quais se deverão encontrar previstas na pormenorização, no entanto este critério é apenas verificado em 27% dos projectos.

O quadro de pilares com os desenhos individualizados e com a representação de todas as armaduras em escala correcta é também um dos critérios mais respeitados nesta avaliação.

As aberturas de grandes dimensões que se encontram representadas nas plantas, são praticamente todas derivadas da caixa de escadas e caixa de elevadores, as de pequena dimensão são praticamente inexistentes.

No entanto cerca de 18% das plantas estruturais não contém na sua representação, aberturas de dimensão considerável, não entram em linha de conta com a caixa de escadas na representação da planta estrutural, é nossa opinião que esta omissão será um erro de desenho uma vez que o dimensionamento das lajes de escadas encontra-se nos pormenores.

No entanto as aberturas de pequena dimensão, em geral para a passagem de tubagens, raramente são representadas, este facto poderá levar a soluções de recurso para a realização posterior, com a abertura de rasgos e corte de armaduras em elementos estruturais principais, com as naturais consequências negativas.

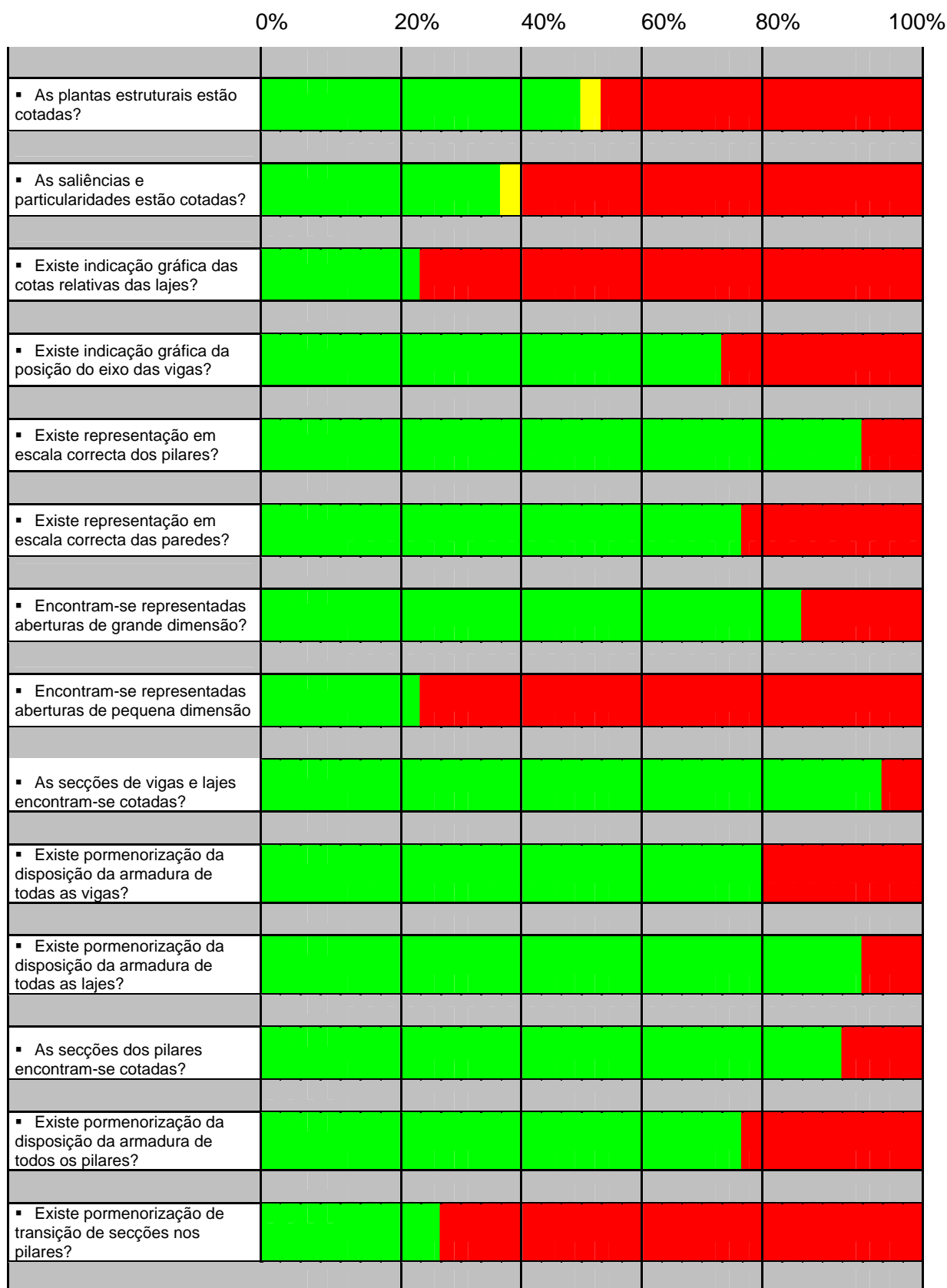


Fig. 40 - Percentagens – Pormenorização

5.4.5. SUPERESTRUTURA – DESEMPENHO GLOBAL

A distribuição das notas encontradas para a classificação do objectivo parcial superestruturas, encontra-se ilustrado na figura 41. Na amostra de 33 projectos analisados constata-se que a nota média do projecto da superestrutura é de 2,63 e que de acordo com a escala do descritor utilizada no método, corresponde a uma situação de projecto compreendida entre nota 2 e 3, encontrando-se desta forma no limiar do aceitável.

No entanto continuamos a observar uma percentagem de cerca 2,6% de processos cuja nota é 0, ou seja não cumprem disposições em vigor.

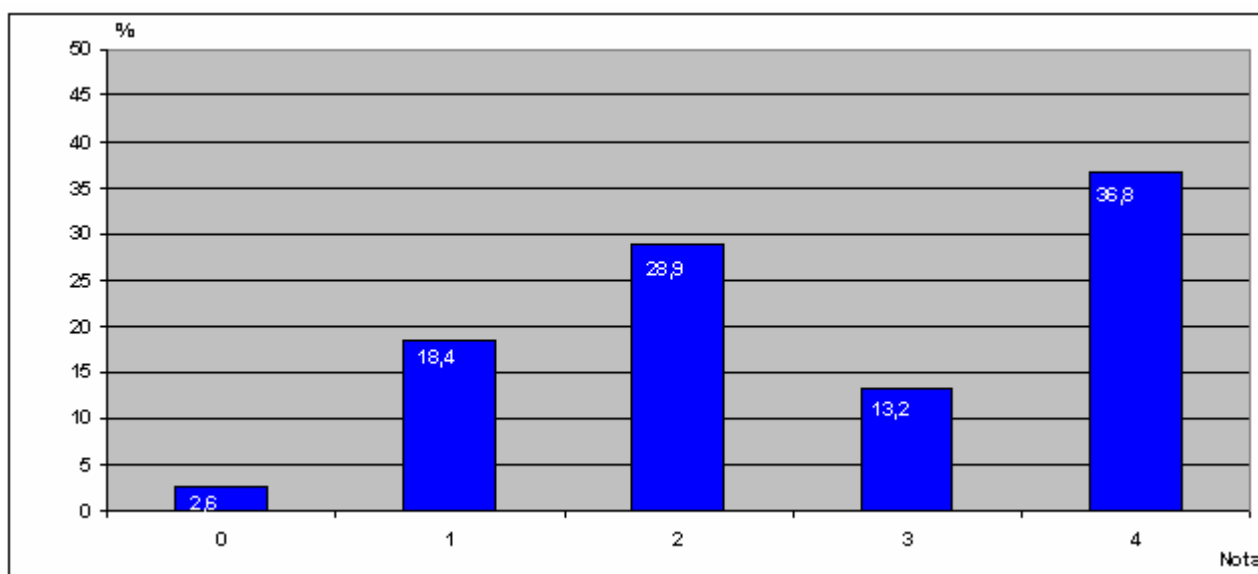


Fig. 41 - Superestrutura – Desempenho Global

Em comparação com o estudo efectuado sobre a qualidade dos projectos de estruturas de betão 1998, em qual todo este projecto foi baseado, apuramos que a nota obtida para o objectivo parcial superestrutura era de 2,57, o que de acordo com a escala do descritor, corresponde a uma situação de projecto compreendida entre a nota 2 e 3 encontrando-se no limiar do aceitável.

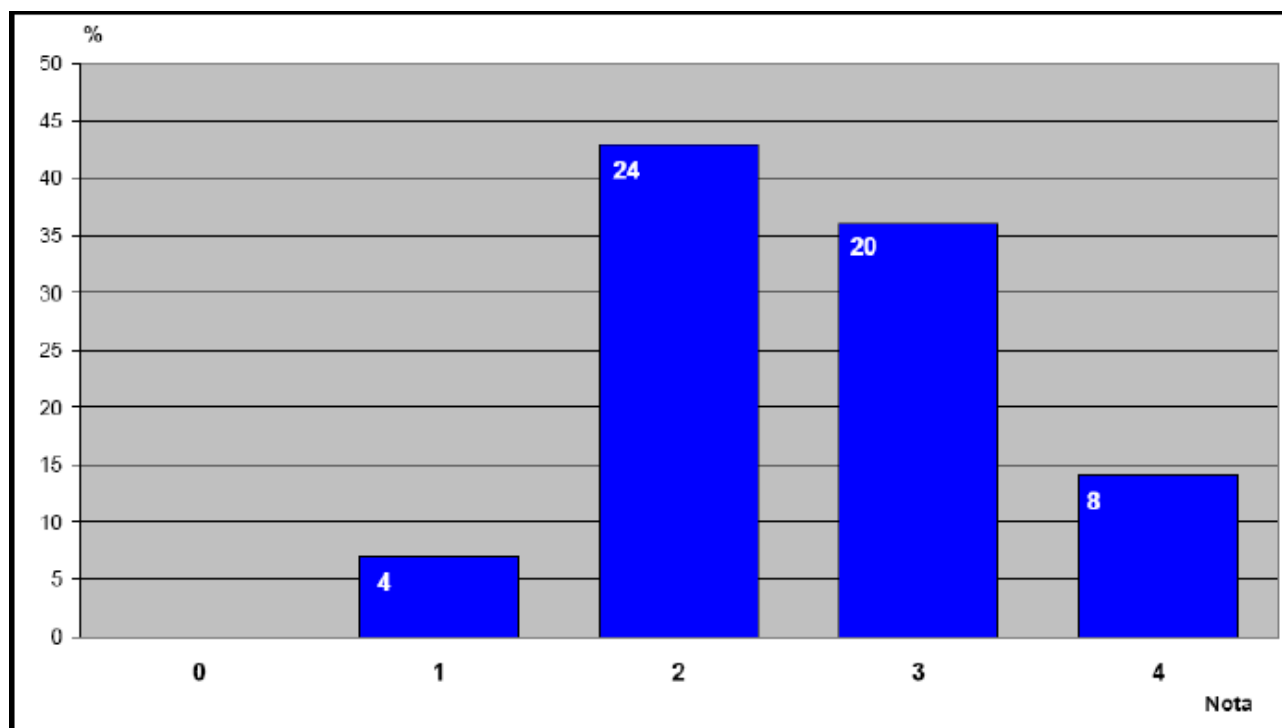


Fig. 42 - Superestrutura – Desempenho Global da Estrutura obtida no estudo de 1998

A evolução da qualidade do Objectivo Parcial – Superestrutura, evidencia a mesma linha de orientação das Fundações, ou seja as notas mediana de 2 e 3, insuficiente e suficientes respectivamente, divide-se em notas mais extremas como 0 e 4.

Verifica-se também que existe um aumento significativo de projectos com a classificação nota 4, o que demonstra um melhoramento na qualidade dos projectos relativos a superestrutura.

No entanto, a quantidade de projectos que obtiveram nota 0 e 1 aumentou relativamente ao estudo efectuado a 10 anos atrás, o que coloca questões pertinentes.

Uma delas é o tema da utilização de programas de auxílio no dimensionamento dos elementos de estruturas. Se por um lado estes conseguem um calculo mais exacto, o que justifica o aumento da nota 4, por outro, como se explica o aumento das notas negativas? A falta de formação dos técnicos nas novas tecnologias, assim como a incorrecta introdução dos dados no sistema, poderá dar resposta a esta situação particular.

No entanto com a evolução das tecnologias, e com o estudo do comportamento estrutural a ocupar uma elevadíssima percentagem na formação nos principais estabelecimentos de ensino (cerca de 25 e 45 % da formação total) [5], é da nossa opinião que já não existe razões para a presença de projectos de estrutura que não cumpram as disposições regulamentares.

5.5. CLASSIFICAÇÃO DO OBJECTIVO SUPERIOR – SEGURANÇA ESTRUTURAL

O desenvolvimento do projecto de estruturas de um edifício passa essencialmente por três fases:

1. Uma primeira de concepção da estrutura e definição dos elementos estruturais e sua organização, de modo a permitir a sua análise com base nos modelos de cálculo existentes;
2. A segunda fase que corresponde à quantificação das diversas acções que actuam sobre a estrutura, sua combinação, obtenção dos esforços e dimensionamento das secções;
3. Uma terceira fase dedicada à preparação e pormenorização de todos os elementos necessários a uma boa execução.

Como podemos compreender, uma falha em qualquer uma dessas fases poderá comprometer a qualidade final do projecto de estruturas, e consequentemente, a qualidade da estrutura do edifício.

Com a avaliação quantitativa dos objectivos parciais – Fundações e Superestrutura – apuramos que as respectivas notas médias de 1,38 e 2,63. Assim sendo a cotação do objectivo superior Segurança Estrutural é obtida através da média ponderada dos objectivos parciais, temos como média para os projectos de estruturas 2,0, o que corresponde a um nível de qualidade insuficiente.

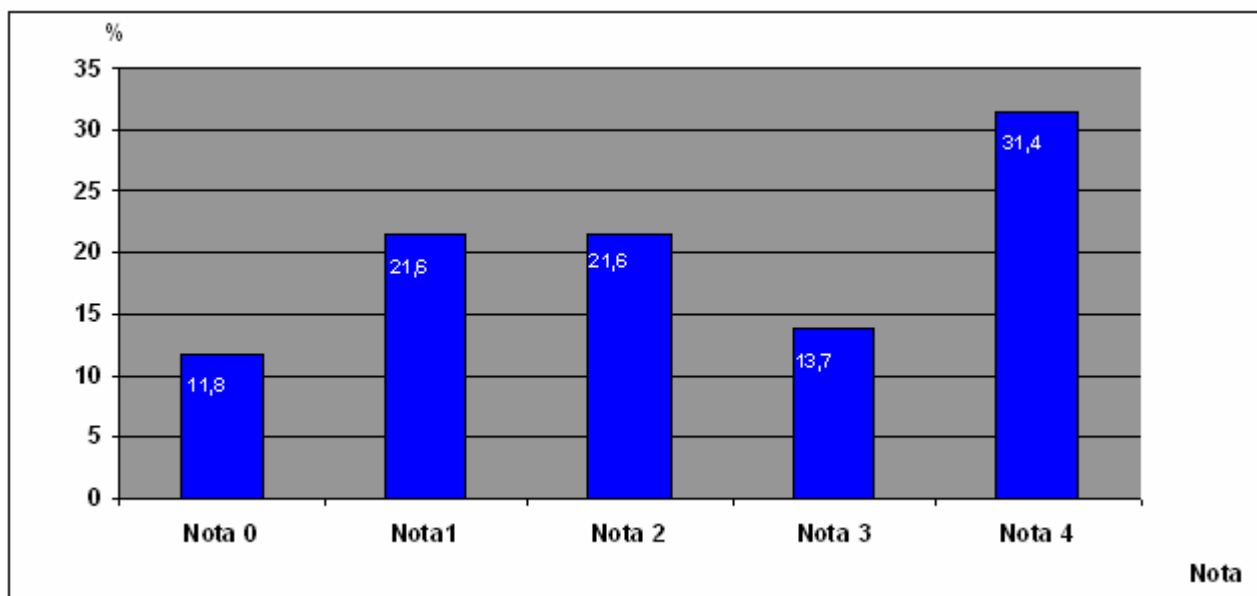


Fig. 43 - Distribuição das Notas dos projectos de Estruturas Analisados

A análise efectuada em 1998, o objectivo superior – segurança estrutural, teve cotação 2,14, o que corresponde a um nível de qualidade insuficiente. De referir que não existia nenhum projecto de estruturas com nota 0, o que nesta avaliação já não é válido, com a existência de 12% dos projectos de estruturas que não cumprem as disposições em vigor.

Pode-se, concluir que os projectos de estruturas que foram submetidos para licenciamento, entre os anos de 1999 e 2006, na Câmara Municipal do Porto, são de diminuta qualidade, no que diz respeito as fundação, e com um elevado melhoramento na superestrutura.

No entanto no objectivo segurança estrutural poder-se-á afirmar que a qualidade sofreu um ligeiro melhoramento. Considerando que a maioria das notas negativas deve-se a inexistência de informação é da nossa opinião que provavelmente os projectos foram bem executados pelos técnicos, no entanto estes optaram por não fornecer os cálculos necessários ao licenciamento.

6.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Inevitavelmente a forma como são elaborados os projectos conduz com frequência à repetição sistemática dos mesmos erros em obra com implicações no acréscimo dos custos, através de trabalhos a mais e derrapagens nos prazos, sendo necessário frequentemente elaborar projectos de alteração.

Uma das áreas que mais contribui para estas situações é a adaptação das fundações à estrutura do terreno, devido à ausência de elementos de referência para a elaboração do projecto (90,9% dos projectos não continha o relatório geotécnico).

Como já referido anteriormente, verifica-se que a maioria dos projectos de estruturas são projectados por Engenheiros Cívicos pertencentes a uma empresa, e que a legislação afecta a esta problemática cobre praticamente a maioria das situações correntes, enquadrando o trabalho do projectista de estruturas. Foi também apurado que todos os dimensionamentos em análise foram efectuados com recurso a programas de cálculo. O que nos leva a questionar, sobre qual a principal razão da existência de projectos de estruturas com tão baixa qualidade?

No nosso entender e no caso particular desta avaliação a principal razão, consistia na omissão dos dados, existiam processos onde não existam notas de cálculo, na maioria, onde as notas de cálculo eram facultadas a determinação das combinações de acções, limitava-se a transcrição das fórmulas gerais existentes no Regulamento de Segurança e Acções (RSA) na memória descritiva. O dimensionamento das fundações muitas vezes também não se encontra nos cálculos. A pormenorização limitava-se aos dados base, não se encontrando em cerca de 73% dos licenciamentos um único pormenor construtivo.

Conclui-se também que a maioria dos projectos cuja classificação alcançou nota 3 ou superior, tinha como n.º total de pisos superior a média (17, 19 e 22 pisos).

A tipologia cujos resultados sempre foram de inferior qualidade é a dos edifícios com pisos inferiores ou iguais a 4, é nesta tipologia também que se encontra o maior n.º de autores de projectos cuja classe profissional é o de Engenheiro Técnico Cívico, o que poderá indicar uma deficiente formação académica para a realização dos projectos de estruturas.

O instrumento de avaliação utilizado neste projecto deveria ser aplicado sistematicamente pelas entidades responsáveis como forma de contribuir para a melhoria da qualidade dos nossos edifícios, alargando esta a todas as especialidades existentes em projectos de construção e a todo o tipo de edificações.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Moreira da Costa, J.M.F. 1995. *Métodos de Avaliação da qualidade dos projectos de Edifícios de Habitação*, Doutoramento na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
- [2] Ribas, Domingos A.G. Moreira da Costa., J.M.F. Figueiras, J.A. 1998. *Aferição da Qualidade do Projecto de Estruturas de Betão*, Comunicação às Jornadas Portuguesas de Engenharia de Estruturas, LNEC, Lisboa
- [3] Santos, Luis Pimentel. Moreira da Costa, J.M.F. Soares, Paulo Ribeirinho. 2004. *Avaliação das Deficiências Originárias na Informação Constante dos Projectos e Documentação*. Construção 2004 – Repensar a Construção. 13-15 de Dezembro, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [4] Couto, João Pedro. Teixeira, José Manuel Cardoso, 2006, *Qualidade de Projecto: uma componente para a competitividade do sector da construção em Portugal*, Universidade do Minho, Guimarães
- [5] Moreira da Costa, J.M.F., 2008, *Avaliação da Qualidade de Projectos de Estruturas, a Qualidade dos Projectos de Estruturas*, 6 de Março, Ordem do Engenheiros, Lisboa
- [6] Plano Director Municipal da Câmara Municipal do Porto
- [7] Regulamento Municipal do Porto
- [8] Fichas de Instrução dos pedidos de licenciamento existentes na Câmara Municipal do Porto
- [9] www.eps.ufsc.br , 9 de Junho 2008

Lista de Verificação de Projectos de Estrutura Referência 523/05 pg.1/4

1. Dados Gerais

1.1. Ano de construção	2005	1.5. Número total de pisos	21
1.2. Utilização principal da construção	hab	1.6. Acima da cota da soleira	18
1.3. Área de Construção (m2)	32814	1.7. Abaixo da cota da soleira	3
1.4. Volume de construção (m3)	44256,3	1.8. Cércea (m)	61,2

2. Perfil Técnico do Autor do Projecto

2.1. Estatuto Profissional:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profissional Liberal ▪ Empresário em Nome Individual ▪ Empresa 1 	
2.2. Classe Profissional	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engenheiro Civil 1 ▪ Engenheiro Técnico Civil <input type="checkbox"/> ▪ Agente Técnico de Arquitectura e Engenharia <input type="checkbox"/> ▪ Outra <input type="checkbox"/> Qual : 	
2.3. Idade	2.4. Ano de obtenção do grau académico -

3. Perfil dos Elementos de Projecto Apresentados

Item	S/N	Dimensão	Versão electrónica (S/N)
3.1. Memória Descritiva	1	10	
3.2. Memória/Notas de Cálculo	1	1879	
3.3. Informação Geotécnica	1	3	
3.4. Peças desenhadas de Fundações	1	16	
3.5. Peças desenhadas de Superestrutura	1	134	
3.6. Outros elementos	1		
3.7. Índices	1		

4. Informação e Detalhe das Peças Escritas

Item	S/N	NI	Obs.
4.1. Superestrutura			
▪ O modelo da solução estrutural é descrito?	1		
▪ É identificada a regulamentação seguida? Qual?	1		RSA; REBAP; EC8; EC2; Esp. LNEC
▪ A análise é realizada por via automática?	1		
▪ No caso afirmativo e identificado o programa utilizado? Qual	1		SAP
▪ O valor das acções G é calculado explicitamente?	1		
▪ O valor das acções Q esta de acordo com a regulamentação?	1		
▪ A análise estrutural inclui a acção do vento?	1		
▪ A análise estrutural inclui a acção sísmica?	1		
▪ Foi considerada a combinação "Acção variável de base - Sobrecarga"?	1		
▪ Foi considerada a combinação "Acção variável de base - Vento"?	1		
▪ Foi considerada a combinação "Acção variável de base - Sismo"?	1		
▪ O estudo da estrutura considera uma continuidade entre todos os elementos estruturais?	1		
▪ Foi tida em conta a torção global da estrutura?	1		
▪ Os esforços nas vigas e lajes foram obtidos por via automática?	1		
▪ Nas vigas e lajes foi considerada alternancia de sobrecarga?	1		
▪ Os esforços nos pilares foram obtidos por via automática?	1		
▪ O dimensionamento dos elementos estruturais esta integrado na aplicação informática utilizada?	1		
▪ Os elementos verticais foram dimensionados considerando os esforços existentes nas duas direcções?	1		
▪ Os elementos verticais foram dimensionados considerando os esforços existentes apenas em uma das direcções?	0		
▪ São apresentadas Notas de Cálculo em que os diversos elementos são identificados em relação às designações utilizadas na pormenorização?	1		
▪ Existem elementos estruturais principais pormenorizados sem a respectiva análise estrutural e dimensionamento?	0		

5. Informação e Detalhe das Peças Desenhadas			
<i>Item</i>	<i>S/N</i>	<i>NI</i>	<i>Obs.</i>
▪ A estrutura resistente é materializada nas duas direcções?	1		
▪ Os elementos resistentes têm distribuição ortogonal e simétrica?	1		
5.1. Distribuição Planimétrica e Altimétrica			
▪ As plantas estruturais estão cotadas?	1		
▪ As saliências e particularidades estão cotadas?	1		
▪ Existe indicação gráfica das cotas relativas das lajes?	1		
▪ Existe indicação gráfica da posição do eixo das vigas?	1		
▪ Existe representação em escala correcta dos pilares?	1		
▪ Existe representação em escala correcta das paredes?	1		
▪ Encontram-se representadas aberturas de grande dimensão?	1		
▪ Encontram-se representadas aberturas de pequena dimensão	1		
5.2. Pormenorização de Elementos			
▪ As secções de vigas e lajes encontram-se cotadas?	1		
▪ Existe pormenorização da disposição da armadura de todas as vigas?	1		
▪ Existe pormenorização da disposição da armadura de todas as lajes?	1		
▪ As secções dos pilares encontram-se cotadas?	1		
▪ Existe pormenorização da disposição da armadura de todos os pilares?	1		
▪ Existe pormenorização de transição de secções nos pilares?	1		
▪ Existe pormenorização de transição de armaduras nos pilares?	1		

6. Fundações			
<i>Item</i>	<i>S/N</i>	<i>NI</i>	
6.1. Análise			
6.1.1 Informação Geotécnica			
▪ Encontra-se anexo um Relatório Geotécnico?	1		
▪ Quando o tipo de fundação o exige, é definido algum critério para a escavação e contenção periférica?	1		
▪ A profundidade de implantação é indicada?	0		
6.1.2 Dimensionamento			
▪ No dimensionamento das fundações dos elementos verticais foram considerados os esforços nas duas direcções?	1		
▪ No dimensionamento das fundações dos elementos verticais foram considerados os esforços apenas numa direcção?	0		
▪ O dimensionamento das fundações é omissivo?	0		
▪ O dimensionamento e verificação das fundações incluem o controlo de tensões no solo?	1		
▪ A análise das fundações inclui o dimensionamento das armaduras	1		
6.2. Distribuição Planimétrica, Altimétrica e Pormenorização			
▪ A planta de Fundações encontra-se cotada planimetricamente?	1		
▪ A planta de fundações encontra-se cotada altimetricamente?	1		
▪ A pormenorização é individualizada por elemento?	1		
▪ A pormenorização encontra-se agregada por pormenores-tipo, variando as tensões de referência <10%	1		
▪ A pormenorização encontra-se agregada por pormenores-tipo, variando as tensões de referência >20%	1		