

A EVOLUÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO EM CONSTRUÇÃO HABITACIONAL

Aplicação a um Parque na Zona do Porto

MARIA FRANCISCA DE GOMES MOREIRA MACEDO SAMPAIO

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

Professor Doutor Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa

JANEIRO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2009/2010

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 - 2009/2010 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009*.

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

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

Aos meus Pais
Ao André

AGRADECIMENTOS

Após a conclusão deste trabalho, gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma estiveram envolvidos e que contribuíram para a sua realização.

Ao Professor Jorge Moreira da Costa, meu Orientador, pelo incentivo dado a este trabalho. Ao longo do tempo, dando-me as suas sugestões e motivando-me com o seu interesse, fui conseguindo alcançar o fim proposto. A elaboração deste estudo só foi possível tendo como base a importância da avaliação da qualidade de projectos que o Professor Jorge Moreira da Costa me transmitiu como Professor e como Orientador, permitindo obter um nível de conhecimento que nunca alcancei ao longo do meu percurso académico. Espero que o presente resultado seja merecedor do tempo que me foi dedicado.

À Direcção da JFS Sociedade de Construções, Joaquim Ferreira dos Santos, Lda por me permitir fazer este estudo auxiliando-me no que foi necessário. Aos Arquitectos Paulo Machado e Pedro Machado pela transmissão de conhecimentos profissionais que foram de extrema importância para uma análise mais completa.

Aos meus Pais e Irmãos, por me ajudarem a ser uma pessoa sempre melhor. À minha Mãe, por todo o carinho, interesse e preocupação que me dedicou em todo o meu percurso académico, encorajando-me nos maus e bons momentos. Ao meu Pai, a minha permanente referência, que ao transmitir as suas ideias e perspectivas estimulou-me a conseguir alcançar os meus objectivos pessoais e profissionais. Aos meus Irmãos por estarem prontos a ouvir e a compreender as minhas preocupações auxiliando-me na busca de soluções.

Ao André, por me mostrar a felicidade que é namorar. Pelo conforto nos piores momentos, e pela partilha das minhas alegrias no meu percurso, disponibilizando-se sempre com dedicação e empenho. Que este trabalho, seja um reflexo dos esforços e da motivação passada, pois só foi possível tendo o André como suporte.

À minha Família, pelo conforto que é tê-la presente. Aos meus Avós, com referência especial ao primeiro de uma dinastia de Engenheiros, por todos os ensinamentos que foram, são e serão lições de vida.

Aos Pais do André, por me ajudarem a completar a ideia do que é ser Engenheiro Civil e de todas as responsabilidades que isso traduz. Pela resposta a todas as dúvidas e interrogações que fui tendo ao longo deste tempo.

Aos meus Professores, Colegas e Funcionários da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto que, através dos seus conhecimentos e experiências, tornaram viável a elaboração deste estudo.

Por último, mas não menos importante, aos meus Amigos, de um modo particular, à Margarida, à Clara e ao Alexandre que me apoiaram, que me ajudaram a tomar decisões e que me mostraram alternativas. Pela sua amizade que vai enriquecendo, de um modo permanente, a minha vida.

RESUMO

Entre as diversas áreas da produção industrial não existe nenhuma que possua a complexidade da construção de edifícios, principalmente dos edifícios de habitação. Para dar resposta às necessidades e exigências, em permanente crescimento, dos utilizadores finais torna-se imperativo a utilização de métodos de avaliação da qualidade de projectos não só como um sistema de informação para os potenciais clientes mas também como um auxílio para as empresas e para os projectistas de forma a obter o produto desejado.

Nos últimos quarenta anos tem-se observado um aumento de preocupações relacionadas com o conforto das habitações. Consequentemente foram sendo criadas regulamentações em domínios que ainda apresentavam lacunas importantes. Por outro lado, a tomada de consciência pela sociedade das problemáticas ambientais tem sido alvo de debates públicos e políticos, que na maioria das vezes, resultam em objectivos internacionais que é necessário equacionar e implementar.

O presente trabalho propõe a formulação de um estudo evolutivo de Indicadores de Desempenho, associado a uma empresa promotora/construtora existente no Porto há mais de setenta anos – a JFS Sociedade de Construções, Joaquim Ferreira dos Santos, Lda. Ao longo da sua história, é conhecida a sua concentração de esforços na construção habitacional e a procura pela qualidade, conduzindo a uma satisfação dos seus clientes.

Baseados em métodos de avaliação da qualidade de projectos, nomeadamente na metodologia MC.FEUP, e na regulamentação existente, serão criados Indicadores de Desempenho que permitirão observar a realidade, em alguns domínios, da evolução da habitação desta empresa. Posteriormente, irão ser comparados com os limites mínimos legais ou com habitações que cumprem certificações exigidas noutros países.

No entanto, aquando da idealização dos métodos utilizados, a sustentabilidade e os impactes ambientais ainda não eram encarados como preocupações a ter nos projectos de construção. Para quantificar, de forma objectiva e simplificada, o impacte que pode ter, em termos ambientais, a escolha do material, foram criados, dentro deste campo, Indicadores de Desempenho. Esta abordagem, já existente em alguns métodos internacionais, ainda não foi incorporada em Portugal em metodologias que abrangessem simultaneamente os outros domínios da construção habitacional.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade, Habitação, Indicador de Desempenho, Sustentabilidade, Método de Avaliação.

ABSTRACT

Of the different areas of industrial production, none is as complex as the construction of buildings, residential buildings in particular. In order to respond to the constantly growing needs and requirements of residents, it is becoming imperative to use methods of evaluation of project quality, not only as an information system for potential clients but also as an aid to companies and designers in order to obtain the desired product.

In the last forty years there have been increasing concerns regarding the comfort of homes. As a result, regulations have been created in areas that previously represented important gaps in regulation. Further, environmental issues have been the subject of public and political debates, which have in the majority of cases resulted in international objectives that must be considered and implemented.

The present study will examine the evolution of the Performance Measures of a promotion and construction company that has existed in Oporto for more than seventy years – the JFS Sociedade de Construções, Joaquim Ferreira dos Santos, Lda. In the course of its history, it has been known for its focus on home construction and its efforts toward quality, which have led to the satisfaction of its clients.

Based upon methods of quality evaluation, namely the MC.FEUP methodology and existing regulations, Performance Measures will be created that will permit the observation, in certain areas, of the evolution of this company's homes. These will in turn be compared with the minimum legal limits or with homes that meet certification requirements in other countries.

However, when the aforementioned methods were originally conceived, sustainability and environmental impact were not considerations. In order to measure the potential environmental impact of the choice of materials in objective and simplified fashion, Performance Measures were created. This approach, which already exists in some international methods, has not yet been implemented in Portugal in methodologies that simultaneously incorporate other areas of home construction.

KEYWORDS: Quality, Homes, Performance Measure, Sustainability, Evaluation Methods.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. DEFINIÇÃO DOS OBJECTIVOS E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	2

2. O CONCEITO DE QUALIDADE ASSOCIADO À HABITAÇÃO	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE, DE QUALIDADE RESIDENCIAL E A ISO 9000	5
2.3. NECESSIDADE DA QUANTIFICAÇÃO DA QUALIDADE	6
2.4. OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS NA SEQUÊNCIA DAS DIRECTRIZES DAS NORMAS DA SÉRIE ISO 9000	7
2.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJECTOS	8
2.5.1. QUALITEL	9
2.5.2. SEL	11
2.5.3. MC.FEUP	16
2.5.4. OUTROS MÉTODOS DE QUALIFICAÇÃO DE EDIFÍCIOS	19
2.5.4.1. Estados Unidos da América – Metodologias Existentes	19
2.5.4.2. Espanha – Comissão Técnica para a Qualidade das Construções	19
2.6. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DE INDICADORES DE DESEMPENHO – ESTUDO EXISTENTE	21
2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23

3. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E INDICADORES DE DESEMPENHO	25
3.1. INTRODUÇÃO	25
3.2. AMOSTRA CONSIDERADA	30
3.3. EFICIÊNCIA DE ASPECTOS CONSTRUTIVOS	32

3.3.1. CONFORTO AMBIENTAL	32
3.3.1.1. Conforto Térmico	33
3.3.1.2. Conforto Acústico	41
3.3.1.3. Iluminação Natural.....	45
3.3.2. DURABILIDADE DE MATERIAIS NÃO ESTRUTURAIS	51
3.3.2.1. Envolvente Interior.....	52
3.3.2.2. Envolvente Exterior	55
3.4. EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS	59
3.4.1. CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS.....	59
3.4.1.1. Áreas de Compartimentos.....	60
3.4.1.2. Dimensões de Compartimentos	68
3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	76

4. ESTUDO COMPARATIVO DE ALGUNS INDICADORES DE DESEMPENHO

4.1. INTRODUÇÃO	81
4.2. CONFORTO AMBIENTAL.....	83
4.2.1. CONFORTO TÉRMICO.....	83
4.2.1.1. Conforto Térmico de Inverno.....	83
4.2.1.2. Conforto Térmico de Verão	85
4.3. CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS.....	86
4.3.1. ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS	86
4.3.1.1. Áreas de Compartimentos.....	86
4.3.2. Dimensões de Compartimentos	94
4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA COMPARAÇÃO COM A REGULAMENTAÇÃO EXISTENTE.....	95
4.5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS E HABITAÇÕES CERTIFICADAS.....	96
4.5.1. COMPARAÇÃO DE UMA HABITAÇÃO CERTIFICADA PELA ASSOCIAÇÃO QUALITEL.....	97
4.5.2. COMPARAÇÃO COM UMA HABITAÇÃO CERTIFICADA PELA METODOLOGIA SEL	99
4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A AMOSTRA E HABITAÇÕES CERTIFICADAS	100

5. A QUALIDADE DOS PROJECTOS E A SUSTENTABILIDADE

5.1. A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	103
5.2. A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE NOS PROJECTOS DE CONSTRUÇÃO	104
5.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJECTOS DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO QUE INCORPORAM O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	105
5.3.1. JAPÃO – O SISTEMA DETALHADO DE AVALIAÇÃO PARA A EFICIÊNCIA AMBIENTAL DOS EDIFÍCIOS	105
5.3.2. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA – LIDERANÇA EM ENERGIA E PROJECTOS AMBIENTAIS ...	106
5.3.3. HONG KONG – MÉTODO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS EM HONG KONG	106
5.3.4. REINO UNIDO – MÉTODO DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS.....	107
5.3.4. FRANÇA – CERTIFICAÇÃO HABITAT E AMBIENTE	107
5.3.4. PORTUGAL – LÍDER A.....	108
5.4. A SUSTENTABILIDADE E A SELECÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	109
5.5. ALGUMAS DIRECTRIZES PARA UMA SELECÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO BASEADA NO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	109
5.6. O OBJECTIVO SUPERIOR SUSTENTABILIDADE	110
5.6.1. ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	112
5.6.1.1. Revestimentos.....	113
5.6.1.2. Vãos Envidraçados	115
5.6.1.3. Zonas Opacas	117
5.7. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO OBJECTIVO SUPERIOR SUSTENTABILIDADE	118
5.7.1. QUANTIFICAÇÃO DA ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DOS REVESTIMENTOS INTERIORES DE PAREDES E DO ISOLAMENTO TÉRMICO ASSOCIADA À AMOSTRA EM ESTUDO.....	118
5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	 125
6.1. A EMPRESA ANALISADA, UMA MARCA DE QUALIDADE NA REALIDADE DAS NORMAS DA SÉRIE ISO 9000:2000	125
6.2. CONTRIBUTOS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	126
 BIBLIOGRAFIA.....	 127

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1. – Objectivo Principal, Complexos de Objectivos e Objectivos Superiores considerados.	3
Fig. 2.1. – Organização de um método de avaliação da qualidade de projectos de edifícios.....	9
Fig. 2.2. – Exemplificação do Perfil Qualitel.....	11
Fig. 2.3. – Primeiros níveis da Hierarquia de Objectivos do Método SEL.	12
Fig. 2.4. – Lista de Critérios de Avaliação do Método SEL versão de 1986.....	13
Fig. 2.5. – Lista de Critérios de Avaliação do Método SEL versão de 2000.....	14
Fig. 2.6. – Método SEL – avaliação através de funções de transformação.	15
Fig. 2.7. – Complexos de Objectivos do método MC.FEUP.	17
Fig. 2.8. – Objectivos Superiores subordinados a Eficiência de Utilização de Espaços.	17
Fig. 2.9. – Objectivos Superiores subordinados a Eficiência de Aspectos Construtivos.....	18
Fig. 2.10. – Aspecto do Perfil de Qualidade CTCE.....	20
Fig. 2.11. – Percentagem de reclamações do ruído em função do ano de construção do edifício e do tipo de habitação.	22
Fig. 3.1. – Objectivo Principal, Complexos de Objectivos e Objectivos Superiores considerados.	26
Fig. 3.2. – Objectivo Superior Conforto Ambiental, respectivos Objectivos Parciais, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.	27
Fig. 3.3. – Objectivo Superior Durabilidade de Materiais Não Estruturais, respectivos Objectivos Parciais, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.....	28
Fig. 3.4. – Objectivo Superior Concepção Espacial de Zonas Privativas, respectivos Objectivos Parciais, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.....	29
Fig. 3.5. – Localização aproximada dos edifícios de habitação da empresa construídos entre 1970 e 2008.....	30
Fig. 3.6. – Tipologia e data de construção das fracções consideradas.	31
Fig. 3.7. – Evolução da tipologia em função do ano de construção.	32
Fig. 3.8. – Evolução das Necessidades Nominais de Aquecimento em função do ano de construção.	34
Fig. 3.9. – Pormenor-tipo de paredes extraído de projectos da empresa.....	35
Fig. 3.10. – Pormenor-tipo de pavimentos, terraços e coberturas extraído de projectos da empresa.	36
Fig. 3.11. – Evolução da Contribuição de Ganhos Solares em função do ano de construção.	37
Fig. 3.12. - Evolução das Necessidades Nominais de Arrefecimento em função do ano de construção.	39
Fig. 3.13. – Evolução do Consumo Energético em Situação de Verão em função do ano de construção.....	40
Fig. 3.14. – Evolução do Indicador Ruído de Espaços de Habitações Diferentes em função do ano de construção.	42

Fig. 3.15. - Evolução do Indicador Ruído de Espaços da Mesma Habitação em função do ano de construção.	43
Fig. 3.16. - Evolução do Indicador Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comuns em função do ano de construção.	44
Fig. 3.17. – Evolução do Indicador Janelas nas Zonas de Estar em função do ano de construção. ...	46
Fig. 3.18. – Janelas nas Zonas de Estar do T5 analisado.	47
Fig. 3.19. – Evolução do Indicador Janelas na Cozinha em função do ano de construção.	48
Fig. 3.20. – Janelas na Cozinha do T2, de 1989, analisado.	49
Fig. 3.21. – Evolução do Indicador Janelas nas Instalações Sanitárias em função do ano de construção.	50
Fig. 3.22. – Janelas nas Instalações Sanitárias do T2, de 1989, analisado.	51
Fig. 3.23. – Distribuição de custos de reparação por elementos construtivos.	52
Fig. 3.24. – Evolução do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes.	53
Fig. 3.25. – Evolução do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas em função do ano de construção.	55
Fig. 3.26. – Evolução do Indicador Soluções Construtivas das Zonas Opacas em função do ano de construção.	56
Fig. 3.27. – Evolução do Indicador Tipo de Caixilharias em função do ano de construção.	58
Fig. 3.28. – Evolução do Indicador Tipo de Protecções Exteriores de Vãos em função do ano de construção.	59
Fig. 3.29. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais em função do ano de construção.	60
Fig. 3.30. – Evolução do Indicador Área das Zonas Comuns em função do ano de construção.	61
Fig. 3.31. – Evolução do Indicador Área da Cozinha em função do ano de construção.	62
Fig. 3.32. – Evolução do Indicador Área das Instalações Sanitárias em função do ano de construção.	63
Fig. 3.33. – Evolução do Indicador área dos Arrumos em função do anos de construção.	64
Fig. 3.34. – Evolução do Indicador Área das Circulações em função do ano de construção.	65
Fig. 3.35. – Evolução do Indicador Área da Lavandaria e Secagem de Roupa em função do ano de construção.	66
Fig. 3.36. – Lavandaria e Secagem de Roupa no T3 e T4, de 1970, analisado.	67
Fig. 3.37. – Evolução do Indicador Área Total em função do ano de construção.	68
Fig. 3.38. – Evolução do Indicador Comprimento de Paredes nas Zonas Individuais em função do ano de construção.	69
Fig. 3.39. – Evolução do Indicador Comprimento de Paredes nas Zonas Comuns em função do ano de construção.	70
Fig. 3.40. – Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns do T4, de 1977, analisado.	71
Fig. 3.41. – Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns do T2, de 1989, analisado.	72
Fig. 3.42. – Evolução do Indicador Largura de Circulações em função do ano de construção.	73

Fig. 3.43. – Evolução do Indicador Largura dos Prolongamentos Exteriores em função do ano de construção.....	74
Fig. 3.44. – Prolongamentos Exteriores do T2, de 1989, analisado.....	75
Fig. 3.45. – Prolongamentos Exteriores no T1, de 2005, analisado.....	76
Fig. 4.1. – Indicadores analisados dentro do Objectivo Superior Conforto Ambiental.	81
Fig. 4.2. – Indicadores analisados dentro do Objectivo Superior Concepção Espacial de Zonas Privativas.....	82
Fig. 4.3. – Evolução do Indicador Necessidades Nominais de Aquecimento e respectivos níveis de qualidade.....	84
Fig. 4.4. - Evolução do Indicador Necessidades Nominais de Arrefecimento e respectivos níveis de qualidade.....	86
Fig. 4.5. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T1 e respectivo limite mínimo regulamentar.	87
Fig. 4.6. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T2 e respectivos limites mínimos regulamentares.....	88
Fig. 4.7. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T3 e respectivos limites mínimos regulamentares.....	88
Fig. 4.8. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T4 e respectivos limites mínimos regulamentares.....	89
Fig. 4.9. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T5 e respectivos limites mínimos regulamentares.....	90
Fig. 4.10. - Evolução do Indicador Área das Zonas Comuns e respectivos limites mínimos regulamentares.....	91
Fig. 4.11. - Evolução do Indicador Área da Cozinha e respectivo limite mínimo regulamentar.	92
Fig. 4.12. - Evolução do Indicador Área das Instalações Sanitárias e respectivos limites mínimos regulamentares.....	93
Fig. 4.13. - Evolução do Indicador Área Útil Total e respectivos limites mínimos regulamentares.	94
Fig. 4.14. - Evolução do Indicador Largura das Circulações e respectivo limite mínimo regulamentar.	95
Fig. 4.15. – Planta de uma habitação T2 certificada pela Associação Qualitel.	97
Fig. 4.16. - Planta de uma habitação T3 certificada pela metodologia SEL.	99
Fig. 5.1. – Objectivo Superior Sustentabilidade, respectivo Objectivo Parcial, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.	110
Fig. 5.2. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes aplicado às zonas correntes, em função do ano de construção.....	113
Fig. 5.3. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes aplicado às zonas húmidas, em função do ano de construção.	114
Fig. 5.4. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais da Caixilharias, em função do ano de construção.....	115

Fig. 5.5. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais das Protecções Exteriores de Vãos, em função do ano de construção.	116
Fig. 5.6. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico, em função do ano de construção.	117
Fig. 5.7. – Evolução da energia incorporada associada à superfície total de aplicação dos materiais dos revestimentos interiores de paredes em zonas comuns em função do ano de construção.	119
Fig. 5.8. – Evolução da energia incorporada associada à superfície total de aplicação dos materiais dos revestimentos interiores de paredes em zonas húmidas em função do ano de construção.	120
Fig. 5.9. – Evolução da energia incorporada associada à superfície total de aplicação dos materiais do isolamento térmico em função do ano de construção.	121
Fig. 5.10. – Evolução da relação entre a energia incorporada nos materiais dos considerados e a área das habitações em função do ano de construção.	122

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1. – Método SEL – avaliação através de listas escalonadas de exigências.....	15
Quadro 2.2. – Escala do Descritor do método MC.FEUP	18
Quadro 2.3. – Áreas médias e do número de compartimentos em habitações entre 1978 e 1984, em França	21
Quadro 2.4. – Percentagem das várias tipologias em função dos Intervalos de tempo considerados.....	22
Quadro 2.5. – Exigências dos utilizadores relativamente à qualidade da sua habitação.....	23
Quadro 3.1.- Avaliação da Contribuição de Ganhos Solares.	37
Quadro 3.2. – Avaliação do Consumo Energético em Situação de Verão.	40
Quadro 3.3. – Avaliação do Indicador Espaços de Habitações Diferentes.	41
Quadro 3.4. - Avaliação do Indicador Ruído de Espaços da Mesma Habitação.....	42
Quadro 3.5. – Avaliação do Indicador Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comuns.....	44
Quadro 3.6. – Avaliação do Indicador Janelas nas Zonas de Estar.....	45
Quadro 3.7. – Avaliação do Indicador Janelas na Cozinha.	48
Quadro 3.8. – Avaliação do Indicador Janelas nas Instalações Sanitárias.	50
Quadro 3.9. – Pesos para a avaliação do Indicador Instalações Sanitárias.	50
Quadro 3.10. – Avaliação do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes.	53
Quadro 3.11. – Avaliação do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas.....	54
Quadro 3.12. – Avaliação do Indicador Soluções Construtivas das Zonas Opacas.	56
Quadro 3.13. – Avaliação do Indicador Tipo de Caixilharias.	57
Quadro 3.14. – Avaliação do Indicador Tipo de Protecções de Vãos Exteriores.	58
Quadro 3.15. – Conclusões sobre o Objectivo Parcial Conforto Térmico e respectivos Indicadores. .	77
Quadro 3.16. – Conclusões sobre o Objectivo Parcial Conforto Acústico e respectivos Indicadores..	77
Quadro 3.17. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Iluminação Natural e respectivos Indicadores.	78
Quadro 3.18. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Envolvente Interior e respectivos Indicadores.	78
Quadro 3.19. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Envolvente Exterior e respectivos Indicadores.	78
Quadro 3.20. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Atribuição de Espaços e respectivos Indicadores, ...	79
Quadro 3.20. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Atribuição de Espaços e respectivos Indicadores (continuação).....	80
Quadro 4.1. – Valores dos limites máximos de Ni em função do nível de qualidade.....	84
Quadro 4.2. - Valores dos limites máximos de Nv em função do nível de qualidade.....	85
Quadro 4.3. – Limites mínimos regulamentares para as áreas dos compartimentos.	87
Quadro 4.4. - Limites mínimos regulamentares para as áreas das instalações sanitárias.	92
Quadro 4.5. – Limites mínimos regulamentares das áreas brutas totais.....	93

Quadro 4.6. – Conclusões sobre o estudo regulamentar associado ao Objectivo Parcial Conforto Térmico e respectivos Indicadores.	95
Quadro 4.7. – Conclusões sobre o estudo regulamentar associado ao Objectivo Parcial Atribuição de Espaços e respectivos Indicadores.	96
Quadro 4.8. – Resultados obtidos para a Habitação Qualitel no Objectivo Parcial Iluminação Natural.	98
Quadro 4.9. – Resultados obtidos para a Habitação Qualitel no Objectivo Parcial Atribuição de Espaços.	98
Quadro 4.10. - Resultados obtidos para a Habitação SEL no Objectivo Parcial Iluminação Natural.	100
Quadro 4.11. – Resultados obtidos para a Habitação SEL no Objectivo Parcial Atribuição de Espaços.	100
Quadro 5.1. – Energia incorporada de alguns materiais de construção.	111
Quadro 5.1. – Energia incorporada de alguns materiais de construção (continuação).	112
Quadro 5.2. – Proposta de classificação para os Indicadores de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes e dos de Pavimentos.	113
Quadro 5.3. – Proposta de classificação para os Indicadores de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais das Caixilharias e das Protecções Exteriores de Vãos.	115
Quadro 5.4. – Proposta de classificação para o Indicador de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico.	117
Quadro 5.5. – Proposta de classificação para o Indicador de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais da Estrutura Resistente.	118
Quadro 5.6. – Conclusões sobre o Objectivo Parcial Energia Incorporada nos Materiais de Construção e respectivos Indicadores.	123

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A habitação familiar interliga-se à segurança, à autonomia e ao conforto das pessoas. Sendo um elemento de afirmação social, a sua posse pode facilitar ou dificultar o acesso a outros aspectos da vida moderna, como a educação, a saúde e o lazer ([1] citado em [2]).

O crescimento da economia, a concentração da população nos centros urbanos, a mudança de hábitos, as novas necessidades de conforto e as menores taxas de juro levaram a um aumento da procura de habitações nas cidades.

Em Portugal, embora exista, quando comparado com outros países Europeu, arrendamentos de baixo valor, a percentagem de proprietários de habitações é bastante elevada. Para um trabalhador de qualificação mediana, a habitação representa entre 70 a 80% do seu património ([3] citado em [2]). No nosso país, verifica-se uma proporção de cento e trinta e cinco habitações por cada cem famílias ([4] citado em [2]). No entanto, comprar uma habitação, normalmente, é uma decisão tomada com base em menos informação do que comprar um automóvel. Esta situação impossibilita uma correcta ligação entre o custo e a qualidade.

Neste momento, para que uma empresa de construção possa efectivamente competir no mercado imobiliário é imperativo que apresente um produto de qualidade e que seja reconhecido como tal junto dos seus clientes. O recurso a metodologias de qualificação de edifícios pode mesmo ser encarado como uma estratégia de promoção empresarial, pois é uma forma de realçar a opção da empresa promotora pela qualidade, valorizando os pontos fortes da sua oferta e permitindo uma observação constante das boas práticas profissionais. Estas metodologias, em vigor em alguns países da Europa, como Suíça e França, permitem salientar vantagens competitivas no mercado concorrencial em que hoje se vive e que ganham mais força numa situação de crise do subsector residencial.

Claro está que, esta análise só faz sentido na medida em que é comparável com a regulamentação existente ou com outras habitações que, noutros países, respondem a processos de certificações. A qualidade é maior ou menor conforme as exigências existentes, mas, no mínimo, um projecto tem de satisfazer a regulamentação própria do país.

Por outro lado, actualmente as preocupações associadas aos impactes ambientais são cada vez maiores. Por isso, é aconselhável, ao longo do processo construtivo, a implementação de medidas que diminuam os malefícios que a construção de um edifício poderá causar. Situações como a escolha de materiais que requerem pouca energia para o seu fabrico, ou que são facilmente reutilizados ou reciclados, podem constituir vantagens neste domínio.

No nosso país, ao longo dos anos, algumas empresas foram criando, pela sua história de boas práticas, uma marca de qualidade. Na cidade do Porto, uma das que mais sobressaiu durante as suas sete décadas de existência foi a JFS Sociedade de Construções. Esta empresa, fundada e sediada no Porto, começou por ser vocacionada para a construção de obras públicas, mas foi ampliando as suas áreas de actividade. Neste momento, é das mais antigas e mais credenciadas da cidade, principalmente quando se fala em construção habitacional. Ver-se-á, ao longo deste trabalho, que a JFS Sociedade de Construções, Joaquim Ferreira dos Santos, Lda é uma marca de qualidade conseguida através de uma política que, desde sempre, implementou nos seus edifícios sendo reconhecida no mercado imobiliário.

A opção pelas boas práticas de projecto e de execução durante setenta anos foi uma medida com consequências altamente positivas, como por exemplo a introdução de isolamento térmico muito antes da vigência do RCCTE.

Claro está que, ao longo da sua existência, as exigências regulamentares e as necessidades dos seus clientes foram-se alterando. A JFS Sociedade de Construções, sendo uma sociedade promotora/construtora, teve que se adaptar a todas estas mudanças nunca comprometendo a qualidade final do seu produto. Por outro lado, ao ser uma empresa promotora não responde às necessidades de um só Dono-de-Obra, mas às do mercado habitacional, situação que requer uma análise mais profunda das exigências da sociedade em geral.

Com toda esta longa história de produtos de qualidade, torna-se evidente a pertinência da sua escolha para o tipo de análise pretendido pelo presente trabalho.

1.2. DEFINIÇÃO DOS OBJECTIVOS E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O objectivo deste trabalho é analisar, baseando-se num método da avaliação da qualidade de projectos criado em Portugal, MC.FEUP, a evolução de Indicadores de Desempenho em edifícios de habitação JFS Sociedade de Construções, nos últimos quarenta anos. Estes Indicadores permitem avaliar os Complexos de Objectivos Eficiência de Aspectos Construtivos e Eficiência da Utilização de Espaços. No âmbito do primeiro serão analisados os Objectivos Superiores Conforto Ambiental, Durabilidade de Materiais Não Estruturais e Sustentabilidade, enquanto no segundo ir-se-á atender à Concepção Espacial de Zonas Privativas (Fig. 1.1.).

Objectivo Principal	Complexos de Objectivos	Objectivos Superiores
QUALIDADE DA HABITAÇÃO	Eficiência de Aspectos Construtivos	Conforto Ambiental
		Durabilidade de Materiais Não Estruturais
		Sustentabilidade
	Eficiência da Utilização de Espaços	Concepção Espacial de Zonas Privativas

Fig. 1.1. – Objectivo Principal, Complexos de Objectivos e Objectivos Superiores considerados.

Para esta avaliação foram analisados dezoito apartamentos construídos entre 1970 e 2008 e de tipologias que vão desde o T1 ao T5, todos localizados na cidade do Porto.

Abordando a problemática da qualidade, o trabalho encontra-se dividido em quatro partes seguidas de um capítulo de conclusões.

Uma primeira, o Conceito da Qualidade Associado à Habitação, que definirá premissas de qualidade e de qualidade residencial ao abrigo das normas ISO 9000, considerando as metodologias de avaliação de projecto existentes para suprir as necessidades de quantificação da qualidade.

A segunda parte focará os Critérios de Avaliação e os Indicadores de Desempenho relativos aos Objectivos Superiores Conforto Ambiental, Durabilidade de Materiais Não Estruturais e Concepção Espacial de Zonas Privativas. Estes irão ser analisados e aplicados a projectos da empresa JFS Sociedade de Construções e retirando-se as respectivas conclusões.

Na terceira parte, ir-se-ão estabelecer ligações e correlações entre a regulamentação existente e entre habitações certificadas por outras metodologias europeias.

Este trabalho também envolve, na quarta parte, a criação de um Objectivo Superior Sustentabilidade. Dentro deste domínio analisar-se-á a energia associada ao processo de fabrico de alguns materiais de construção. Estes Indicadores de Desempenho auxiliarão a escolha dos materiais para cada função baseando-se na energia incorporada dos mesmos. O Objectivo Superior Sustentabilidade, que é subdividido em seis Indicadores, também será aplicado à amostra em estudo e ir-se-á desenvolver uma aplicação possível associada a este conceito.

Pretende-se, deste modo, ter um resultado para cada um dos Indicadores que, representado graficamente permita uma leitura simples e objectiva das implicações das crescentes necessidades dos clientes, exigências regulamentares e actuais preocupações de sustentabilidade.

2

O CONCEITO DE QUALIDADE ASSOCIADO À HABITAÇÃO

2.1. INTRODUÇÃO

A produção de um edifício é uma actividade complexa, pois muitos são aqueles que interferem nas diversas fases de concretização, decidindo e influenciando o resultado final. Esta complexidade resulta do facto de se reunirem, para um mesmo objectivo final, pessoas com formação, experiência e perfil totalmente diferentes que, por motivos de optimização do resultado deste trabalho conjunto, têm de encontrar uma linguagem comum não deixando, assim ao acaso a coerência e a qualidade da junção de todas as actividades parcelares [5].

É preciso ter em consideração que os últimos beneficiários de um projecto de um edifício são os utilizadores, verdadeiros avaliadores da sua qualidade. Para tal, é essencial que se articulem as necessidades destes com as condicionantes técnicas. O problema desta tarefa reside no facto de os projectistas e os utilizadores finais terem culturas diferentes. As suas aspirações e percepções da qualidade de um edifício são distintas e haverá, inevitavelmente, conflitos na sua interpretação. Por isso, ninguém pode presumir que um projecto que cumpra as expectativas do seu autor será aceitável para todos os utilizadores ([6] citado em [7]).

2.2. DEFINIÇÃO DE QUALIDADE, DE QUALIDADE RESIDENCIAL E A ISO 9000

Segundo a norma britânica BS 4778 [8], qualidade é o conjunto de propriedades e características de um produto ou serviço relacionadas com a sua capacidade de satisfazer exigências expressas ou implícitas. Nesta definição encontram-se duas dimensões associadas à qualidade [9]: a dimensão objectiva, traduzida nas exigências implícitas, relativa às propriedades físicas e às funções primárias que o objecto em questão deverá cumprir, e a dimensão subjectiva, relacionada com as exigências expressas, ou seja, os requisitos especificados objectivamente pelo cliente, não sendo de existência obrigatória em todos os produtos ou serviços desse tipo que sejam produzidos. Sendo assim, só faz sentido falar em qualidade valorizando o equilíbrio entre aquilo que é definido pelo produtor e as características procuradas pelos clientes e não dando apenas resposta às especificações técnicas e objectivos internos da organização. Pode-se então concluir que, em rigor, não existem produtos de qualidade, mas sim aqueles que possuem ou não clientes [10]. A qualidade total do produto será o resultado da soma de todas as qualidades das dimensões e parâmetros patentes no produto, resultado este que, para além da sua dimensão física, releva o grau de satisfação das necessidades e expectativas do utilizador.

A qualidade residencial, de acordo com o conceito geral de qualidade, pode ser definida como a adequação da habitação e da sua envolvente às necessidades dos moradores. Este conceito deve incorporar uma perspectiva a longo prazo, que permita responder à alteração das exigências dos moradores durante o prazo de vida útil previsto; uma perspectiva social e cultural, compatibilizando interesses individuais de cada morador e uma perspectiva de inovação, que incentive a opção ponderada por soluções inovadoras. Em suma, pode-se dizer que a qualidade residencial é a adequação da habitação e da sua envolvente às necessidades imediatas e previsíveis dos moradores, agregando as exigências individuais com as da sociedade, numa postura inovadora [11].

Com o alargamento mundial em termos comerciais, tornou-se necessária a criação de mecanismos de aferição e controlo das características dos produtos – Sistemas Nacionais de Qualidade -, para permitir que a sua produção tenha níveis de qualidade constantes e que respondam às expectativas dos potenciais clientes [10]. Por outro lado, passou a ser importante harmonizar as políticas de qualidade dos diversos países. Daí resultaram as normas da série ISO 9000.

Segundo [12], para liderar e operar uma organização de sucesso é necessário dirigi-la e controlá-la de uma maneira sistemática e transparente. Esse sucesso pode ser conseguido pela implementação de um sistema de gestão projectado para uma melhoria contínua do desempenho da empresa englobando as necessidades de todas as partes interessadas. Sendo assim, a série ISO 9000 defende oito princípios para a melhoria do desempenho. O primeiro é a concentração no cliente, querendo por tal dizer que, tanto as empresas como as organizações dependem e existem para os seus clientes e como tal deverão compreender as suas necessidades, garantir as suas solicitações e esforçar-se por exceder as suas expectativas. Por outro lado, a ISO 9000 defende que os líderes, responsáveis por criar unidade nos objectivos da empresa, deverão instalar e manter um ambiente interno que permita aos funcionários envolverem-se totalmente na prossecução dos objectivos desta. Por isso mesmo, as pessoas, a todos os níveis, são a essência de uma organização e o seu envolvimento garante que as suas capacidades sejam utilizadas em benefício desta. A abordagem por processos, outro dos princípios da ISO 9000, revela que um resultado é atingido de forma mais eficiente quando as actividades e recursos associados são geridos como um processo, isto é, procura-se a eficiência de toda a actividade produtiva, englobando as interacções entre as diversas actividades individuais. O que também promove a eficiência do alcance de um determinado objectivo é a identificação, a compreensão e a gestão de processos inter-relacionados através de uma abordagem sistemática da gestão. Claro está, que é necessária a garantia de uma melhoria contínua do desempenho global da empresa como objectivo permanente desta assim como a fundamentação de todas as suas decisões através de análise de dados e informações. A ISO 9000 propõe, por último, o princípio das relações de benefício mútuo com os fornecedores, pois estes e a empresa são interdependentes. Note-se que, este tipo de relações incrementa a capacidade em ambos de criar valor acrescentado.

2.3. NECESSIDADE DA QUANTIFICAÇÃO DA QUALIDADE

Os aspectos qualitativos podem ser difíceis de avaliar e observar pela diversidade de cultura e subjectividade associada a cada avaliador e, claro, a cada utilizador final. Estes últimos, por vezes, diferem no modo como, em relação aos projectistas, vêem a qualidade de um produto. Como tal, é importante no âmbito da avaliação da qualidade sejam atendidas as exigências implícitas de forma a não entrar no campo da subjectividade e do gosto pessoal do utilizador final.

No que se refere à construção, torna-se quase obrigatória esta quantificação objectiva, uma vez que esta indústria tem de dar resposta a múltiplas exigências e a condições de produção sempre diferentes, correndo assim o risco de a qualidade do projecto não ser homogénea. No entanto, tem sido difícil a

aplicação dos conceitos e metodologias, referidos de forma extensa nas normas ISO 9000, à indústria da construção. Note-se que as primeiras metodologias de planeamento e controle de produção para melhorar a qualidade dos produtos tiveram origem em ambientes industriais clássicos onde as condições de execução eram facilmente caracterizadas e com mutações igualmente controláveis [5]. É, assim, importante estabelecer uma metodologia que possibilite uma avaliação sistemática e sob várias perspectivas das soluções apresentadas num projecto que também auxilie o projectista a efectuar uma escolha consciente e coerente com o nível de qualidade pretendido.

Em Portugal, o cliente de habitação defronta-se com uma carência acentuada de informação sobre as características do produto que pretende adquirir, acabando, frequentemente, por reconhecer que o mesmo defrauda as expectativas geradas. Esta falta de informação impossibilita uma correcta correlação de mercado entre o custo e a qualidade. No mercado concorrencial em que hoje se vive, torna-se incontornável a ponderação da qualidade da oferta, tanto mais que a decisão de investimento numa habitação é a das mais importantes na economia familiar dos portugueses [9]. Para que uma empresa de construção possa efectivamente competir no novo mercado de construção, é importante que consiga garantir aos seus clientes um produto de qualidade. É necessário que, face à concorrência, e ganhando mais força numa situação de crise no subsector residencial, os investidores e promotores possam fazer uso de estratégias de intervenção apostando na qualidade da habitação e no serviço que podem prestar aos clientes, constituindo, assim, uma vantagem competitiva.

O verdadeiro determinante das vendas e dos lucros de uma empresa promotora são os seus clientes. Sendo assim, é necessário identificá-los e conhecer as suas expectativas e necessidades tentando dar-lhes resposta pela colocação de produtos no mercado em que o cliente reconhece a sua qualidade. Uma das maneiras de poder apresentar o produto e as suas características é através da implementação de um método de avaliação da qualidade de projectos.

2.4. OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJECTOS NA SEQUÊNCIA DAS DIRECTRIZES DAS NORMAS DA SÉRIE ISO 9000

A versão de 2000 das normas da série ISO 9000 trouxe mudanças significativas à anterior, de 1994. Estas alterações foram no âmbito da melhoria contínua e da abordagem sistemática por processos, possibilitando uma melhor adequação dos requisitos às empresas de construção civil, situação anteriormente muito criticada pelas diferenças objectivas entre esta indústria e as restantes.

Assim, a partir desta revisão, a medição de desempenho passou a ser parte integrante do sistema de gestão da qualidade, uma vez que é um modo de monitorização do produto. O uso de indicadores de desempenho ou de critérios de avaliação é uma das formas de medir e avaliar a qualidade de produtos, processos e clientes. Estes devem ser escolhidos de forma extensiva e completa de maneira a proporcionarem uma análise estruturada e exaustiva de todo o processo.

A medição de desempenho exerce um papel importante nas organizações, pois representa um processo de auto-crítica e de acompanhamento das actividades e das acções e decisões tomadas durante a sua execução. Não se pode gerir o que não se sabe medir.

As principais razões para esta medição passam pela necessidade de conseguir estabelecer objectivos e respeitá-los, por assegurar que os requisitos do consumidor sejam satisfeitos, por proporcionar padrões para estabelecer comparações, por destacar problemas de qualidade e determinar áreas prioritárias e por redireccionar esforços no sentido da melhoria.

Sendo assim, é necessário criar um sistema de medição de desempenho eficaz, respondendo a perguntas como:

- Porquê medir? – O propósito;
- O que deve ser medido? – Os factores mais importantes;
- Como deve ser medido? – Os métodos de avaliação;
- Quando deve ser medido? – A fase de análise;
- Quem deve medir? – O responsável pelo processo ou o agente externo;
- Como é que o resultado deve ser utilizado? – A avaliação e a melhoria.

Estas reflexões são a estrutura para um sistema que integra a própria resposta aos objectivos da medição, atendendo a quais os processos e os produtos que deverão ser medidos, a quais os métodos a utilizar, a qual a fase a analisar, a quem será o responsável e aonde e como serão aplicados os conhecimentos retirados desta medição [13].

É na questão “Como deve ser medido?” que entram os métodos de avaliação da qualidade de projectos como ferramenta. Como em qualquer empresa de outra indústria, é importante saber avaliar o seu produto de forma a conseguir uma melhoria no sentido do maior cumprimento das exigências e necessidades dos clientes.

A análise da evolução temporal dos pontos analisados permite a observação de tendências nos vários domínios do projecto.

2.5. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJECTOS

Os métodos de avaliação da qualidade de projectos são instrumentos que facilitam a aplicação das directivas existentes nas normas da série ISO 9000. Como tal, permitem uma quantificação objectiva da qualidade auxiliando os projectistas numa escolha consciente de soluções construtivas, materiais, entre outras, adequadas aos utentes do edifício. A actividade de projectar, qualquer que seja a especialidade, é um encadear de decisões, desde sobre a forma e a dimensão de um dado espaço passando pela organização dos elementos estruturais de suporte do edifício ou sobre o sistema de abastecimento de água a instalar. Dessas decisões poucas são totalmente autónomas, condicionando, assim, outras opções e outras especialidades. A escolha entre as diversas soluções possíveis que se colocam a qualquer projectista raras vezes é efectuada com total consciência e objectividade das implicações locais e globais das mesmas. Não é a competência técnica dos projectistas envolvidos que motiva esta situação, mas sim a própria essência do trabalho em equipa, pois nenhum membro, por mais experiência que tenha, pode abarcar a totalidade dos conhecimentos que lhes permitam ter uma visão global das consequências das suas decisões no projecto. Por outro lado, como já referido, os utilizadores finais do edifício, na sua maioria não-especialistas, encontram-se gravemente desapoitados. A escolha da habitação é, no caso geral e na falta de melhor informação, baseada em aspectos maioritariamente secundários. É assim, importante estabelecer um conjunto de procedimentos que auxilie os intervenientes no processo, ou seja, uma metodologia que possibilite uma avaliação sob várias perspectivas das soluções apresentadas num projecto.

A estrutura lógica de um método de avaliação da qualidade de projectos organiza-se de acordo com o indicado na Fig. 2.1..

Em Portugal, a utilização destes métodos não é muito frequente. Esta situação é justificável por, no nosso país, a fase de projecto, na maioria dos casos, ser assumida por empresas de pequena dimensão ou por profissionais trabalhando em regime independente que torna difícil o afastamento de um dos seus quadros das suas tarefas correntes para se dedicar à transposição das orientações de formulação genérica de metodologias ou de ferramentas de uso directo a serem utilizadas na actividade diária.

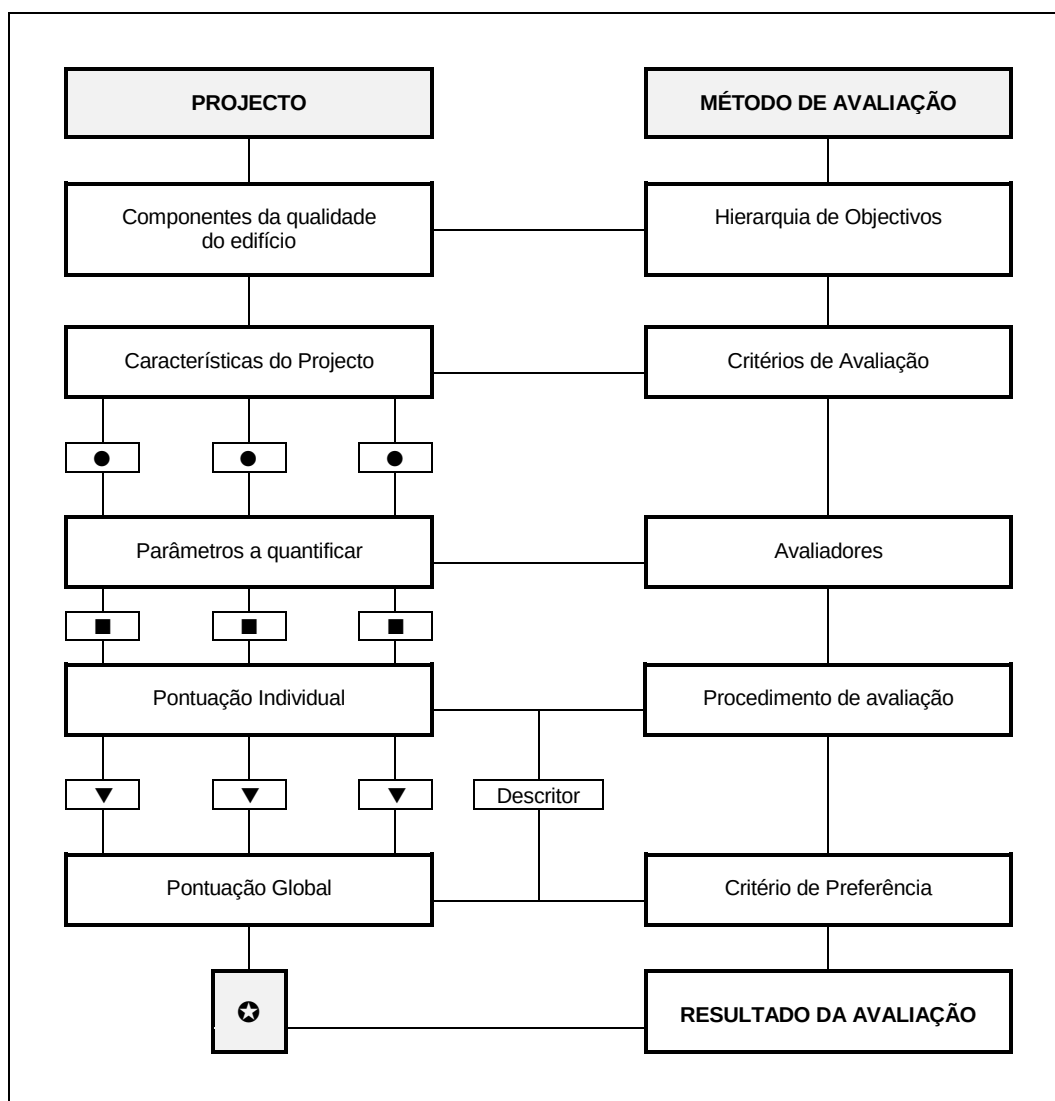


Fig. 2.1. – Organização de um método de avaliação da qualidade de projectos de edifícios [5].

2.5.1. QUALITEL

O método Qualitel foi adoptado em França em 1974 e desenvolvido pela Associação Qualitel. Este método procura estabelecer um sistema de informação, idóneo e claro, sobre as qualidades construtivas de uma habitação, desempenhando uma tripla função: informação ao consumidor, permitindo uma escolha objectiva e mais consciente entre as ofertas do mercado; meio de análise prévia, em fase de projecto, permitindo aos projectistas avaliar as implicações de cada solução alternativa; e elemento de promoção comercial dos promotores enquanto aderentes a este sistema de qualificação [14].

Desde a sua introdução foi adoptado voluntariamente para mais de um milhão e quinhentas mil habitações nas suas diversas formulações.

Em 1993, Associação Qualitel contava já com duzentos e cinquenta examinadores, especializados na avaliação da qualidade [15]. O sistema de certificação é desenvolvido por uma equipa multidisciplinar

que, dentro dos domínios de conforto acústico e térmico, estuda e analisa situações de forma a otimizar soluções técnicas.

A Associação Qualitel definiu um conjunto de sete rubricas a serem avaliadas numa escala de um a cinco, em que um é a nota mais baixa e cinco a mais elevada. Duas destas rubricas estão relacionadas com o conforto acústico – acústica interior e acústica exterior, duas com o conforto térmico – situação térmica de Inverno e situação térmica de Verão, duas com os custos – durabilidade da envolvente e concepção parcimoniosa de custos e uma com a qualidade dos equipamentos – instalações de água e saneamento [16]. A acústica interior é examinada pela capacidade do isolamento minorar os ruídos aéreos e de percussão, enquanto na vertente exterior são analisadas as fachadas e as coberturas em função da exposição ao ruído. No domínio térmico, para a situação de Inverno são avaliadas as soluções construtivas que minimizam as necessidades de aquecimento, acontecendo o mesmo na situação de Verão mas aqui referindo-se às necessidades de arrefecimento. Nas instalações de água e saneamento são examinados os níveis de qualidade de cada um dos componentes desta rede, nomeadamente torneiras e aparelhos sanitários. Os custos de exploração são apreciados pela durabilidade da fachada atendidos os revestimentos empregues. Existe ainda uma rubrica opcional relacionada com a acessibilidade e habitabilidade.

Sendo assim, procede-se à avaliação técnica do projecto redigindo relatórios preliminares, que permitem a identificação de um perfil qualitativo da construção passando, posteriormente por quatro etapas. A primeira consta de uma análise de documentos técnicos, seguindo-se a certificação de processos e a verificação por auditorias locais da conformidade dos trabalhos executados. O processo termina com a verificação do desempenho, após utilização, em relação às expectativas criadas [16].

O certificado Qualitel é atribuído no início dos trabalhos e, se na auditoria for verificada alguma não conformidade, o construtor é aconselhado a corrigir os defeitos e a regularizar a situação. Caso contrário, vê-se na obrigação de publicar um anúncio a informar que já não cumpre os requisitos Qualitel e o certificado é lhe retirado. Sendo assim, a certificação Qualitel torna-se um instrumento ao serviço do Dono-de-Obra, que permite realçar e credibilizar a sua opção pela qualidade, valorizando os pontos fortes da sua oferta [17].

Na Fig. 2.2. encontra-se uma exemplificação do Perfil Qualitel em Igor até 1988.

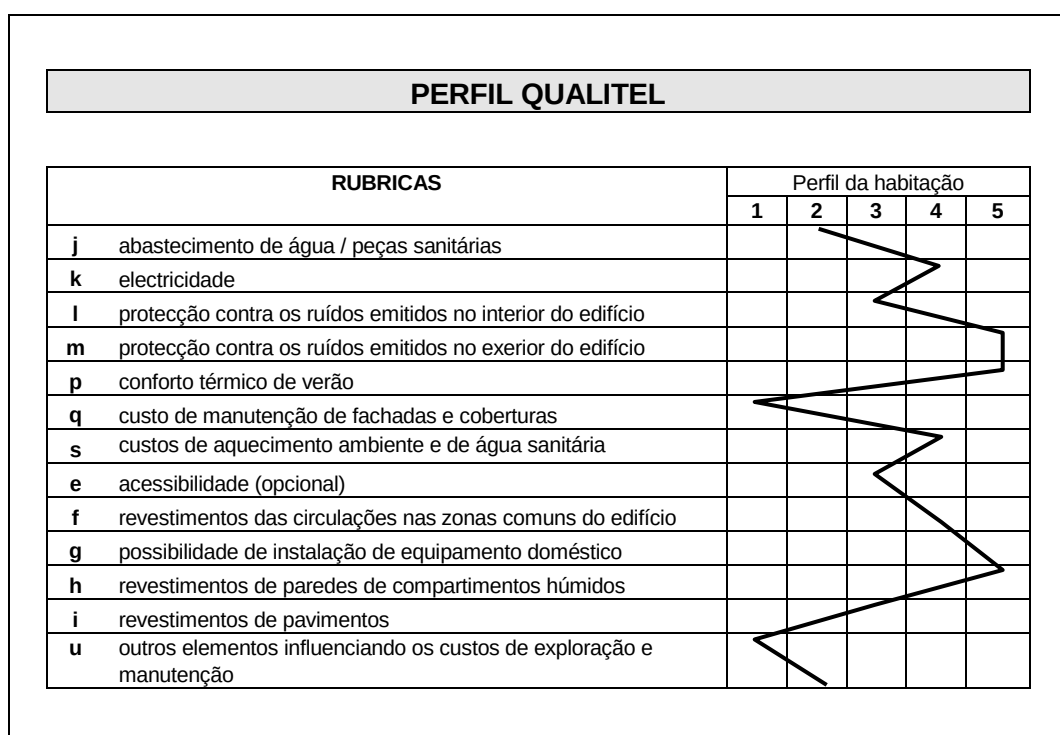


Fig. 2.2. – Exemplificação do Perfil Qualitel [5].

2.5.2. SEL

O método SEL – *Système d'Évaluation de Logements*, ou seja, Sistema de Avaliação de Habitações, foi desenvolvido na Suíça tendo sido baseado numa lei federal de 1974. Esta lei, querendo incentivar a aquisição de habitações recentes, condicionava o financiamento por parte do Estado a prévias análises criteriosas sobre aspectos de ordem social, urbanística e técnica da habitação. Para isso, foi exigido à equipa responsável pelo seu desenvolvimento que o método fosse capaz de fornecer um valor final – valor de utilização – perante o qual seria, ou não, concedido um financiamento. Pelos bons resultados obtidos foi, posteriormente, utilizado na construção por iniciativa privada [5] [18].

As componentes analisadas são, na sua totalidade, do domínio arquitectónico, tais como, a modelação e organização de espaços privativos e comuns do edifício e inserção urbana. O seu desenvolvimento e o modo como os resultados parcelares se combinam para obtenção do resultado final da avaliação são uma excelente fonte de informação.

A demonstração de capacidade de satisfação de certas funções de uso, determinam a necessidade de consideração de uma hierarquia de funções-objectivo com critérios crescentemente concretizados. Os utilizadores são desconhecidos na altura de classificação do projecto, assim como as suas necessidades. Estas são orientadas para valores fundamentados na utilização das habitações a longo prazo, não privilegiando, assim, gostos passageiros [18].

Após o estabelecimento das componentes, segue-se uma hierarquização de objectivos. O primeiro nível desta hierarquia, Habitabilidade Elevada, pode ser observado na Fig. 2.3. onde também se identificam três componentes autónomas: a habitação que encara a qualidade dos espaços privativos, o meio exterior envolvente que atende às zonas comuns do edifício e de utilização exclusiva dos utentes,

e o local de implantação do edifício, que examina a oferta de produtos e serviços do meio urbano onde se insere.

Desta análise, resultaram duzentos e setenta critérios de avaliação dos quais foram retidos trinta e nove para inclusão na versão prática actual do método.

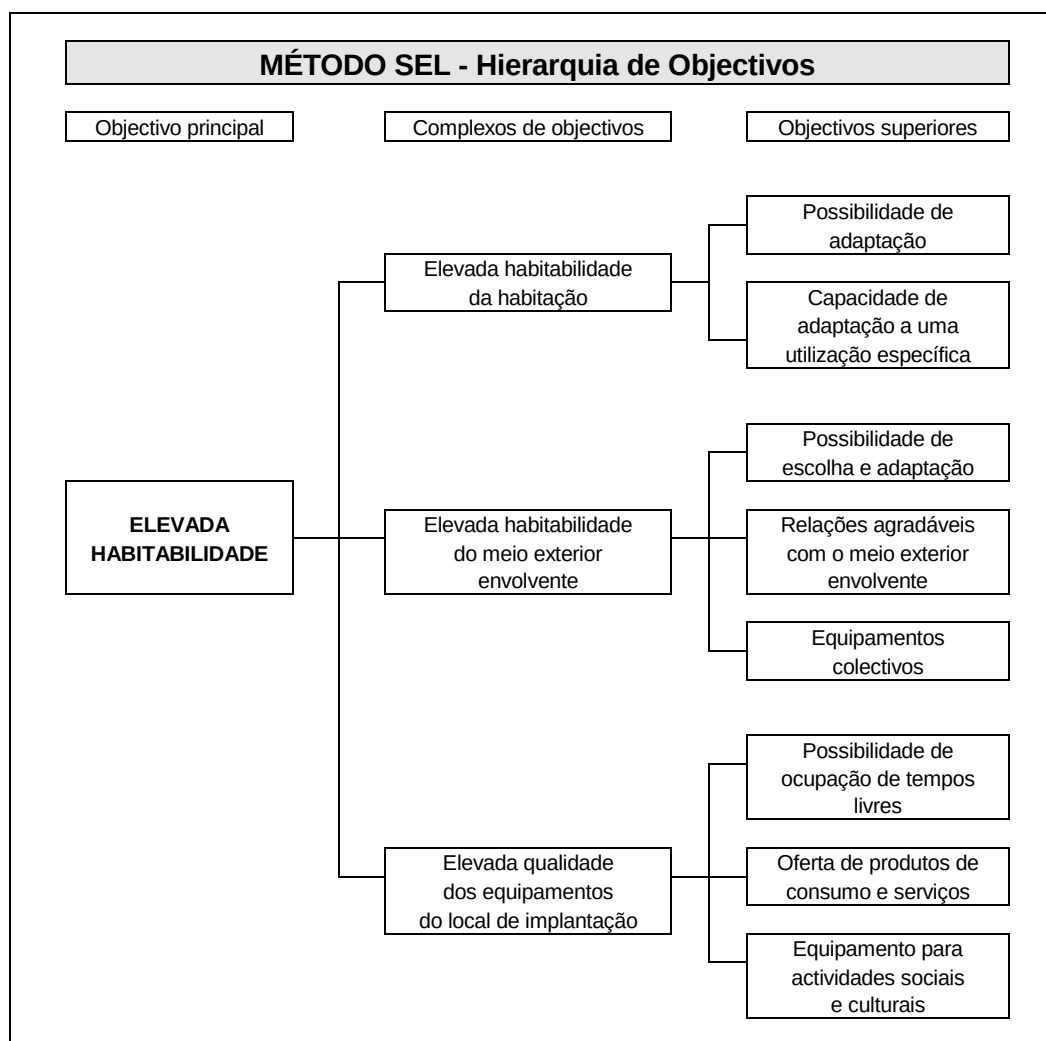


Fig. 2.3. – Primeiros níveis da Hierarquia de Objectivos do Método SEL [19].

MÉTODO SEL - Critérios de Avaliação	
W1 - HABITAÇÃO	
B1	Área dos espaços individuais
B2	Área dos espaços comuns
B3	Área dos prolongamentos exteriores
B4	Área da cozinha
B5	Área das instalações sanitárias
B6	Área das zonas de circulações
B7	Área de arrumos
B8	Largura dos espaços individuais
B9	Largura dos espaços comuns
B10	Largura dos prolongamentos exteriores
B11	Largura da cozinha
B12	Largura das instalações sanitárias
B13	Largura da zona de entrada
B14	Paredes móbileáveis nos espaços individuais
B15	Paredes móbileáveis nos espaços comuns
B16	Paredes móbileáveis na cozinha
B17	Paredes móbileáveis nas zonas de circulação
POSSIBILIDADE DE MOBILAR	
B18	Ligação entrada-cozinha
B19	Ligação entrada-instalações sanitárias
B20	Ligação entrada-espaços comuns
B21	Ligação entrada-espaços individuais
B22	Ligações espaços individuais-instalações sanitárias
B23	Ligação cozinha-zona de refeições
B24	Ligações com prolongamentos exteriores
COMUNICAÇÕES	
B25	Distribuição dos espaços individuais
B26	Distribuição dos espaços comuns
B27	Separações móveis
B28	Divisórias não estruturais
B29	Modificação da dimensão da habitação
POSSIBILIDADES DE TRANSFORMAÇÃO	
B30	Equipamento sanitário
B31	Plantações nos prolongamentos exteriores
B32	Janelas nas zonas de estar
B33	Janelas na cozinha
B34	Janelas nas instalações sanitárias
B35	Insolação nos espaços individuais
B36	Insolação nos espaços comuns
B37	Isolamento acústico entre espaços contíguos
B38	Isolamento acústico no interior
EXIGÊNCIAS FISIOLÓGICAS E FUNCIONAIS	
W2 - MEIO EXTERIOR ENVOLVENTE	
B39	Escolha de habitação no mesmo edifício
B40	Escolha de habitação no meio próximo
POSSIBILIDADE DE ESCOLHA	
B41	Estacionamento para automóveis
B42	Entrada do edifício
B43	Distribuição interna do edifício
B44	Acesso à entrada do edifício
CIRCULAÇÃO	
B45	Locais de arrumo no exterior
B46	Estacionamento de velocípedes
B47	Lavandaria e secagem de roupa
B48	Locais comuns polivalentes
EQUIPAMENTOS NO EDIFÍCIO	
B49	Local de jogos para crianças pequenas
B50	Local de jogos para crianças e jovens
B51	Jardim e criação de animais
EQUIPAMENTOS NO EXTERIOR	
W3 - LOCAL DE IMPLANTAÇÃO	
B52	Centro de ocupação de tempos livres
B53	Local de jogos para crianças e jovens
B54	Local de jogos para jovens e adultos
B55	Parque público
B56	Piscina pública
B57	Bosque público
B58	Caminhos pedonais
B59	Lagos e cursos de água
OCUPAÇÃO DE TEMPOS LIVRES	
B60	Zona comercial local
B61	Zona comercial regional
EQUIPAMENTOS COLECTIVOS	
B62	Jardim de infância
B63	Escola primária
B64	Escolas secundárias
B65	Equipamento de serviços sociais
B66	Distância à paragem de transportes públicos
SERVIÇOS EDUCATIVOS, SOCIAIS E CULTURAIS E TRANSPORTES PÚBLICOS	

Fig. 2.4. – Lista de Critérios de Avaliação do Método SEL versão de 1986 ([20] citado em [5]).

O procedimento de avaliação, segundo o método SEL, passa pela submissão, e posterior aprovação, de um projecto a um conjunto de cinco exigências que correspondem a limiares mínimos de qualidade. Essas exigências são a área líquida, a área bruta da habitação e programa de espaços previsto, o equipamento da cozinha e instalações sanitárias, o isolamento térmico e acústico regulamentar e as habitações destinadas a pessoas idosas e deficientes. Só após este primeiro controle é que é feita a avaliação à luz dos sessenta e seis objectivos apresentados na Fig. 2.4.. Note-se que, em 2000 o método SEL foi reapreciado e adaptado às exigências da sociedade, resultando num documento de comparação mais eficaz e simplificado, com trinta e nove critérios (Fig.2.5.). Esta nova versão dá mais ênfase às necessidades de pessoas com mobilidade reduzida e idosos [21].

W1 Habitação		W3 Local de Implantação	
B1	Área Útil Habitável	B31	Local de Jogos na Urbanização
B2	Número de Divisões	B32	Parque Público ou Zona Verde
B3	Flexibilidade de Utilização	B33	Transportes Públicos
B4	Possibilidade de Mobilar a Sala de Estar	B34	Zona Comercial Local
B5	Janelas nas Zonas de Estar	B35	Jardim de Infância e Escola Primária
B6	Localização da Sala de Jantar	B36	Escola Secundária
B7	Possibilidade de Mobilar a Sala de Jantar	B37	Serviços Sociais
B8	Ligação à Cozinha	B38	Lugar de Relaxamento / Tempos Livres
B9	Janelas na Cozinha	B39	Zona Comercial Regional
B10	Equipamento Sanitário		
B11	Janelas nas Instalações Sanitárias		
B12	Possibilidade de Disposição		
B13	Espaços Moduláveis		
B14	Possibilidades de Reordenamento		
B15	Facilidade de Circulação		
B16	Espaços Exteriores Privados		
W2 Meio Exterior Envolvente			
B17	Oferta de Habitações		
B18	Locais Suplementares para Aluguer		
B19	Modificação da Dimensão da Habitação		
B20	Acesso à Habitação		
B21	Entrada do Edifício		
B22	Lavandaria e Secagem da Roupa		
B23	Locais de Arrumo Privados		
B24	Locais de Arrumo Comunitários		
B25	Locais de Arrumos Polivalentes		
B26	Espaços Comuns Exteriores		
B27	Acesso para Peões e Ciclistas		
B28	Estacionamento para Automóveis		
B29	Zona de Entrada do Imóvel		
B30	Poluição Sonora e Protecção contra o Ruído		

Fig. 2.5. – Lista de Critérios de Avaliação do Método SEL versão de 2000 [21].

A segunda fase pode ser realizada recorrendo a listas escalonadas de exigências, em que a classificação é atribuída por comparação a soluções-tipo (Quadro 2.1.), ou a funções de transformação, em que o valor é obtido por via gráfica (Fig. 2.6.).

Quadro 2.1. – Método SEL – avaliação através de listas escalonadas de exigências [5].

A avaliar: distribuição da sala comum	
Condições a verificar	
4	A sala comum consiste em dois espaços separados, podendo ser utilizados independentemente
2	A sala comum compreende duas zonas que podem ser separadas visualmente
0	A sala comum consiste num único espaço não diferenciado

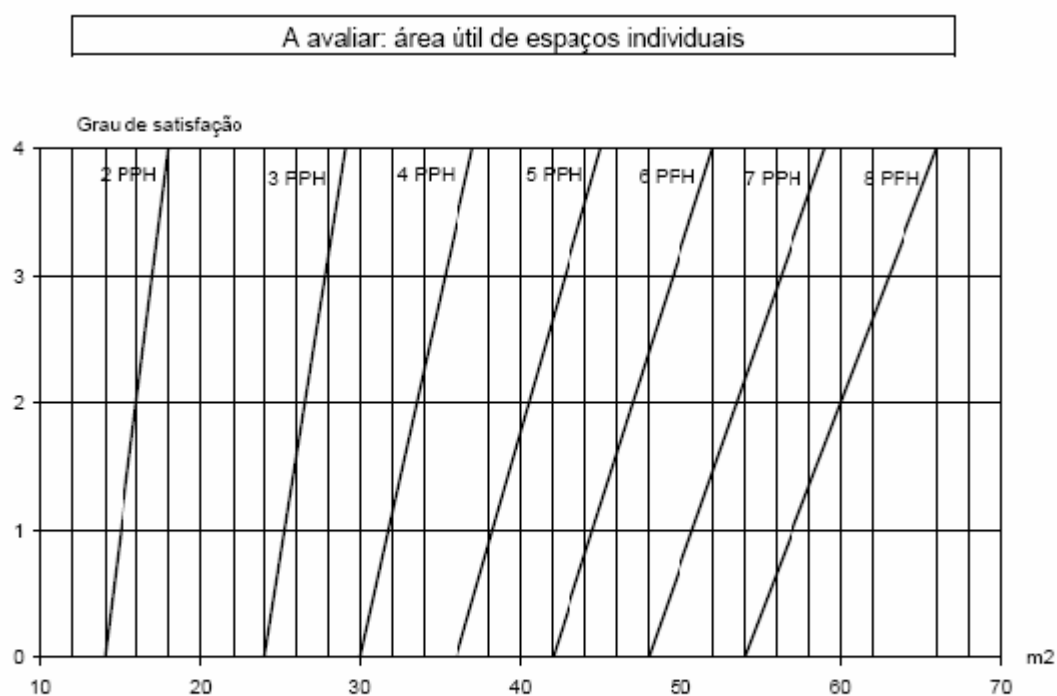


Fig. 2.6. – Método SEL – avaliação através de funções de transformação [5].

Através da Fig. 2.6. e do Quadro 2.1., a escala de avaliação do método SEL, tal como a do método Qualitel, apresenta cinco níveis de qualidade, sendo, neste caso, a nota mais baixa o valor zero.

A cada critério é dado um valor de ponderação, isto é, um peso relativo. A nota final obtida, VU, resulta do somatório dos produtos individuais da nota de cada critério, n , pela ponderação correspondente, P . Os factores de ponderação foram estabelecidos por uma equipa de sete pessoas,

profundamente conhecedoras das necessidades habitacionais dos diferentes estratos sociais, económicos e etários da população.

$$VU = \sum_{i=1}^{39} n_i \times P_i \quad (2.1.)$$

Também neste trabalho de equipa foram definidos os trinta e nove critérios que compõem actualmente a lista de avaliação do SEL, por serem os mais pertinentes e de procedimentos práticos de avaliação mais fáceis de se estabelecer.

2.5.3. MC.FEUP

Este método, desenvolvido por J. M. Costa em 1995 no seguimento de uma tese de doutoramento, procura abranger as vertentes que mais condicionam a vivência quotidiana dos utilizadores e a eficiência global, a curto e a longo prazo, do edifício.

Do mesmo modo que o método SEL, prevê uma hierarquia de objectivos cujo Objectivo Principal é, naturalmente, a qualidade da habitação. O nível seguinte engloba dois Complexos de Objectivos: a Eficiência de Aspectos Construtivos, em que é avaliado o modo como é feita a materialização física dos diversos elementos de construção, assim como a capacidade de satisfazer as necessidades correntes de utilização; e a Eficiência da Utilização de Espaços, conseguida pela análise dos espaços colocados à disposição de futuros utilizadores, em termos de número, finalidade, dimensões e organização (Fig. 2.7.). O segundo destes dois Complexos resultou da agregação dos aspectos avaliados no método SEL referentes à habitação e ao meio exterior. Este é subdividido em Concepção Espacial de Zonas Privativas - que engloba os critérios relativos às áreas de compartimentos, sua organização e capacidade de inserção de mobiliário -, e em Utilização de Zonas Comuns do Edifício - que analisa as contribuições das áreas e equipamentos externos à habitação, mas de uso exclusivo desta (Fig. 2.8.). Para a eficiência de aspectos construtivos, não existia nenhum método conhecido que apresentasse uma estruturação semelhante, pelo que foi criado pelo autor. Deste modo, foram definidos como Objectivos Superiores a Segurança Estrutural - referente a questões emergentes do projecto de fundações e estrutura a nível formal, teórico e relativo a disposições construtivas -, a Segurança Contra Incêndio - que foca aspectos regulamentares e a forma de organização de espaços ou outros meios para minimização das consequências de incêndio -, o Conforto Ambiental - que visa o nível de qualidade do ambiente interior da habitação -, a Durabilidade de Materiais Não-Estruturais - que toma em consideração a capacidade resistente às acções agressivas imposta aos materiais pela sua utilização diária-, e a Eficiência e Manutenção de Instalações - que avalia a capacidade das diversas instalações existentes no edifício assim como as consequências previsíveis no que se refere à sua manutenção (Fig. 2.9.).

Na descrição de cada Objectivo Superior encontra-se associado a regulamentação aplicável, a definição de Objectivos Parciais e correspondentes Objectivos-Critério e Critérios de Avaliação, bem como fichas de Critérios de Avaliação. Estas últimas são relativas a cada Critério e compreendem três partes: uma descrição genérica do objectivo, um procedimento de avaliação proposto e directivas sobre o modo de aplicação, assim como observações sobre as razões que determinaram a escolha do Critério.

COMPLEXOS DE OBJECTIVOS	
Objectivo Principal	Complexos de Objectivos
QUALIDADE DA HABITAÇÃO	Eficiência de Aspectos Construtivos <i>(Segurança Estrutural, Segurança Contra Incêndio, Conforto Ambiental - térmico, acústico, iluminação, etc. - Durabilidade de Materiais Não-estruturais, Eficiência e Manutenção de Instalações - abastecimento de água, drenagem de águas residuais, rede telefónica, de gás, etc.)</i>
	Eficiência da Utilização de Espaços <i>(Concepção Espacial de Zonas Privativas - áreas e relações entre compartimentos, dimensões de paredes, etc. -, Utilização de Zonas de Serviço Comuns - arrumos, sala de condomínio, estacionamento automóvel, zona de jogos para crianças, etc.)</i>

Fig. 2.7. – Complexos de Objectivos do método MC.FEUP [5].

EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS Subdivisão de Objectivos	
Complexo de Objectivos	Objectivos Superiores
EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS	Concepção Espacial de Zonas Privativas <i>(Áreas e Dimensões de Compartimentos)</i>
	Utilização de Zonas Comuns do Edifício <i>(Arrumos, Salas de Condomínio e de Jogos, Estacionamento, Jardim, etc.)</i>

Fig. 2.8. – Objectivos Superiores subordinados a Eficiência de Utilização de Espaços [5].

EFICIÊNCIA DE ASPECTOS CONSTRUTIVOS Objectivos Superiores	
Complexo de Objectivos	Objectivos Superiores
EFICIÊNCIA DE ASPECTOS CONSTRUTIVOS	Segurança Estrutural (Fundações, Superestrutura)
	Segurança Contra Incêndio (Segurança Passiva, Meios de Ataque)
	Conforto Ambiental (Conforto Térmico, Acústico, Iluminação e Ventilação Natural, Iluminação Artificial)
	Durabilidade de Materiais Não-Estruturais (Revestimentos de paredes e pavimentos, Caixilharias, Coberturas, etc.)
	Eficiência e Manutenção de Instalações (Abastecimento de água, Drenagem de esgotos e águas pluviais, Abastecimento de gás e energia eléctrica, Telecomunicações, Elevadores e outros Equipamentos Mecânicos)

Fig. 2.9. – Objectivos Superiores subordinados a Eficiência de Aspectos Construtivos [5].

Neste método, o nível de satisfação nos diversos critérios de avaliação é quantificado numa escala de zero a quatro, conforme o descrito no Quadro 2.2..

Quadro 2.2. – Escala do Descritor do método MC.FEUP [5].

NOTA	SITUAÇÃO DE PROJECTO VERIFICADA
0	Não cumpre disposições regulamentares em vigor ou as exigências mínimas de avaliação
1	Solução de projecto com um nível de qualidade <i>Insuficiente</i>
2	Solução de projecto com um nível de qualidade <i>Médio</i>
3	Solução de projecto com um nível de qualidade <i>Bom</i>
4	Solução de projecto com um nível de qualidade <i>Muito Bom</i>

Sendo assim, o nível de qualidade Insuficiente corresponde a soluções de projecto caracterizadas pela observância estrita dos limites regulamentares ou das exigências mínimas de avaliação, enquanto o nível Muito Bom corresponde a soluções de alta eficiência de utilização de espaços, de comportamento e durabilidade de materiais e instalações ou outras situações equivalentes [5].

O resultado final do método é apresentado sob a forma de uma nota final resultante do somatório das parciais, relativas a cada critério, multiplicadas por um factor de ponderação. Esta ponderação foi obtida por consulta a um conjunto de especialistas, arquitectos e engenheiros de diferentes especialidades, de modo análogo ao realizado na Suíça pelo Gabinete Federal da Habitação.

O método MC.FEUP é bastante exaustivo analisando cento e doze aspectos, através das fichas de Critérios de Avaliação, que vão desde a segurança estrutural até à envolvente próxima do edifício.

2.5.4. OUTROS MÉTODOS DE QUALIFICAÇÃO DE EDIFÍCIOS

2.5.4.1. Estados Unidos da América – Metodologias Existentes

Durante o final da década de 70 e início da década de 1980 verificaram-se inúmeras falhas estruturais em habitações por todo o território dos Estados Unidos. Estas provocaram acidentes mortais e, em quase todos os casos, elevados custos de reparação dos danos provocados. Esta situação e a sua repetida ocorrência mereceram a atenção do Governo. Foi criado então, um Sub-Comité de Investigação e Fiscalização da Câmara dos Representantes que, em Agosto de 1982, observou e analisou, através de auditorias e audiências, as causas destas falhas estruturais tentando definir estratégias para eliminar estes problemas. Concluiu que os aspectos mais críticos foram as faltas de organização dos projectos e da comunicação entre os participantes, juntamente com inexistência de uma metodologia que preconizasse a ocorrência de inspecções periódicas durante a construção dos principais elementos estruturais e seus componentes. Foi ainda sugerido que as organizações profissionais americanas reunissem esforços para a redacção de providências e que, no local da obra, existisse a presença obrigatória de um engenheiro ([22] citado em [17]). As directrizes apresentadas em [22] foram a génese para a implementação de metodologias de inspecção durante as obras. Estas directrizes existem a vários níveis hierárquicos da estrutura organizacional oficial dos Estados Unidos. A sua especificidade vai aumentando à medida que se transita para o poder local e difere de Estado para Estado. Com base na legislação estadual, são os Condados ou as Câmaras Municipais que definem os procedimentos e os pontos de verificação das metodologias.

Existe uma entidade, *Building Official*, de competência reconhecida, afecta à Câmara Municipal ou a uma entidade privada que se dirige às obras para efectuar as inspecções. Após a aprovação do projecto e antes do início da obra ocorre uma reunião entre a construtora e esta entidade para troca de informações sobre o funcionamento do processo de inspecção e sobre o planeamento da obra. Posteriormente, com base no mapa de tarefas, o inspector responsável pela obra em questão define em que momento irá inspecionar ou, pode também optar, por fazer inspecções sem aviso prévio. Estas são efectuadas com base num manual de procedimentos que contém pontos de verificação, visionados e aprovados pelo inspector/auditor [23]. Estes manuais constam de um conjunto de regras a cumprir ou de um conjunto de respostas tipo inquérito ou, ainda, de formas mais elaboradas com procedimentos de verificação. Quando, durante as inspecções, ocorre alguma não conformidade, essa discrepância é registada, podendo a obra ser suspensa até o problema estar resolvido. Nestes casos é exigida uma nova inspecção [17].

É de registar que esta metodologia não é referente à qualidade dos projectos, mas sobretudo ao modo de execução. Claro está, que um dos pontos para uma boa execução é a existência de bons projectos de especialidades com pormenorização adequada por forma a evitar não conformidades.

2.5.4.2. Espanha – Comissão Técnica para a Qualidade das Construções

A Comissão Técnica para a Qualidade das Construções, CTCE – *Comisión Técnica para la Calidad de la Edificación* – é a entidade coordenadora das administrações públicas de todas as actividades relacionadas com o controlo da qualidade em construções. O objectivo desta comissão é fomentar a qualidade das construções baseando-se na definição de uma política de qualidade comum – o Plano de Qualidade da Habitação e da Construção – de forma a todo o processo estar regulamentado, com

normas e metodologias de controlo definidas. Por outro lado, tem em consideração procedimentos comuns para a acreditação de Laboratórios de Controlo da Qualidade da Construção, assim como, a actualização das normas de aplicação para as áreas existentes [17].

O Plano de Qualidade da Habitação e da Construção nasceu em Novembro de 1994, de um Protocolo de Cooperação assinado entre o Ministro das Obras Públicas, Transporte e Meio Ambiente e quinze assessores responsáveis pela habitação das Comunidades Autónomas. Este plano está estruturado para promover um conjunto de acções destinadas a diferentes fases do processo construtivo: o projecto, a recepção dos materiais de construção, a execução da obra, a utilização e a manutenção. Assim sendo, pretende-se que a qualidade seja regulamentada e definida em normas e, também, devidamente controlada [24]. Uma das metodologias que tem especial interesse foi desenvolvida pelo denominado Grupo de Trabalho 2.5 que produziu um perfil de qualidade para projectos de edifícios, apresentado na Fig.2.10.. A estrutura deste perfil distribui-se por requisitos relativos à funcionalidade, à segurança e à habitabilidade, podendo estes subdividir-se em prestações classificáveis e não classificáveis. As primeiras são aquelas em que se considera razoável a definição de níveis de qualidade superiores ao constante das disposições normativas obrigatórias, estabelecendo-se, ainda, uma graduação. Os requisitos de funcionalidade e de habitabilidade correspondem a este tipo de prestações. No caso da segurança, não é necessário ir para além do mínimo exigido regulamentarmente, pelo que se consideram prestações não classificáveis ([25] citado em [17]). Existem, assim, sete requisitos classificáveis – Funcionalidade dos Espaços (E), Acessibilidade (C), Instalações e Equipamentos (D), Higiene Saúde e Meio Ambiente (H), Isolamento Acústico (A), Desempenho Térmico (T) e Manutenção (M) – e três não classificáveis – Resistência Mecânica e Estabilidade (R), Segurança Contra Incêndio (I) e Segurança na Utilização (U) [10].

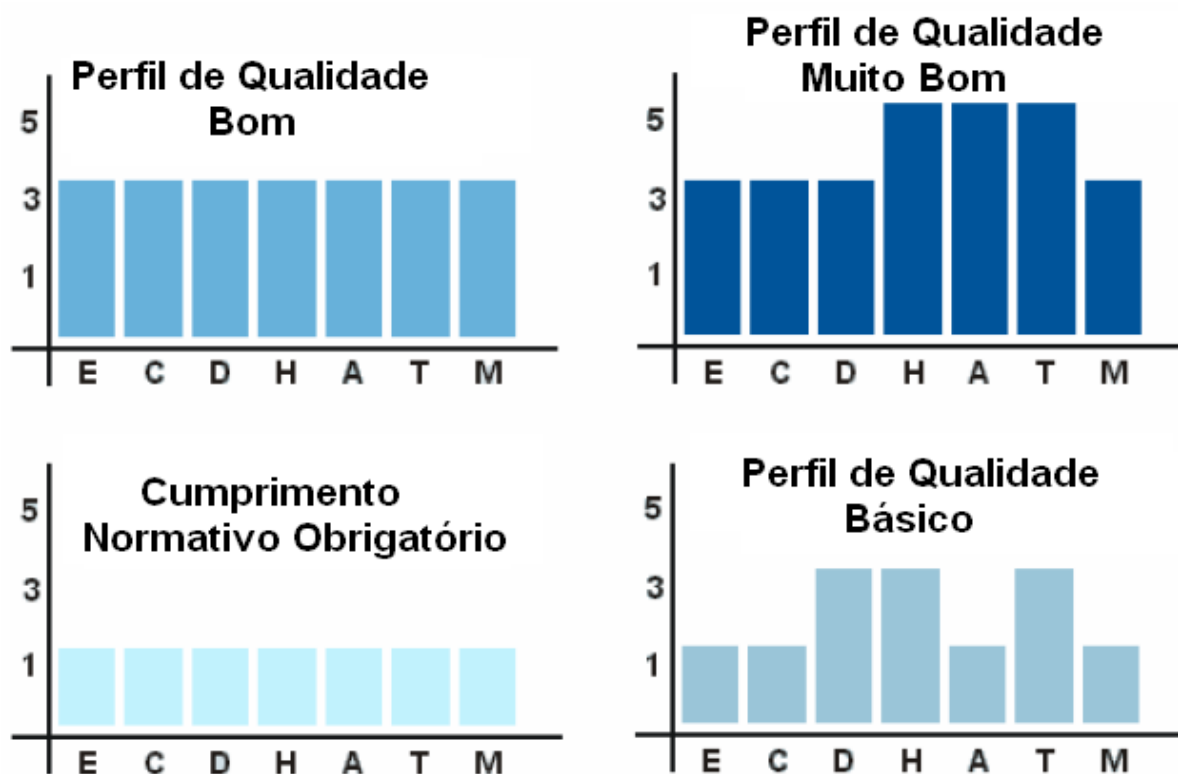


Fig. 2.10. – Aspecto do Perfil de Qualidade CTCE [10].

2.6. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DE INDICADORES DE DESEMPENHO – ESTUDO EXISTENTE

Só se obteve conhecimento de um estudo tendente à avaliação ao longo do tempo das características qualitativas da habitação [26]. Esta análise, realizada em 1988 para uma revista francesa da área económica, afirma que as habitações entre 1978 e 1984 se tornaram cada vez maiores e melhores graças à renovação do parque habitacional. Entre estas duas datas, a construção nova foi de quase um milhão e quinhentas mil habitações individuais e seiscentos mil apartamentos, em França.

Segundo [26], o conforto das habitações melhorou sobre os pontos de vista da organização de espaços, dos equipamentos sanitários e da térmica. No seu seguimento foram elaborados alguns estudos estatísticos.

Quadro 2.3. – Áreas médias e do número de compartimentos em habitações entre 1978 e 1984, em França [26].

		Ano de Construção	Tipo de Habitação		
			Individual	Colectiva	Total
Áreas Médias (m ²)	por compartimento	1978	21,0	20,8	20,9
		1984	21,8	21,4	21,7
	por habitação	1978	90,2	63,9	77,3
		1984	96,6	65,3	82,3
Número Médio de Compartimentos		1978	4,3	3,1	3,7
		1984	4,4	3,1	3,8

Em França, em 1978 uma habitação individual de tipologia T4 tinha, em média, 84 m². Passados seis anos, verificou-se que estes tinham sofrido um aumento de 5 m². Por outro lado, observa-se, neste intervalo de tempo, um crescimento de 32% na quantidade de habitações individuais de grande número de compartimentos [26].

No caso da habitação colectiva não é tão evidente. Entre 1978 e 1984, um T4 aumentou, em média, 3 m² e um T3 apenas 2 m². Relativamente a grandes tipologias a oferta diminui. Em 1984 existiam menos setecentos e cinquenta mil habitações T5.

Neste estudo também foram analisadas as reclamações apresentadas pelos utilizadores. Chegou-se à conclusão que o principal problema era o ruído vindo do exterior da habitação. No entanto, verificou-se uma redução no número de reclamações relativas a habitações construídas perto do limite superior do intervalo de tempo considerado, como se observa na Fig. 2.11.. Pela análise desta figura, conclui-se que a quantidade de reclamações é sempre superior na habitação colectiva relativamente à na individual. Isto é compreensível na medida em que, a quantidade de elementos em contacto com as outras habitações é maior. O decréscimo observado na segunda metade do século XX deve-se à introdução de legislação no domínio acústico que tornou obrigatório o isolamento nos pavimentos e nas paredes.

Outra das análises feitas em [26] foi a avaliação dos acréscimos de exigências por parte dos utilizadores (Quadro 2.5.). Em 1984, quatro milhões de utilizadores franceses desejavam uma habitação diferente daquela que tinham em 1978. Uns diziam que a sua fracção era pequena, outros que a qualidade desta era inferior à desejada. Havia ainda reclamações no que toca ao ruído da envolvente ou à distância ao local de trabalho ou ao centro da cidade.

Quadro 2.4. – Percentagem das várias tipologias em função dos intervalos de tempo considerados [26].

Tipo de Habitação	Intervalo de Construção	Tipologia					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6 e superiores
Individual (%)	Antes de 1949	2,5	9,3	22,5	27,8	19,1	18,8
	De 1949 a 1974	0,7	3	14,4	32,9	29,2	19,8
	Depois de 1974	0,2	1,9	9,4	32,9	33,2	22,4
	Total	1,5	6	17,5	30,3	24,9	19,8
Colectiva (%)	Antes de 1949	17	32,2	26,1	14,5	5,8	4,4
	De 1949 a 1974	7,6	17,1	33,7	30	9,4	2,2
	Depois de 1974	11,7	20,8	29,8	26,4	8,5	2,8
	Total	11,5	22,9	30,5	24	8	3,1
Total (%)	Antes de 1949	7,9	17,8	23,8	22,8	14,2	13,5
	De 1949 a 1974	4,8	11,4	25,9	31,2	17,4	9,3
	Depois de 1974	4,3	8,7	16,7	30,6	24,3	15,4
	Total	6,1	13,7	23,4	27,4	17,2	12,2

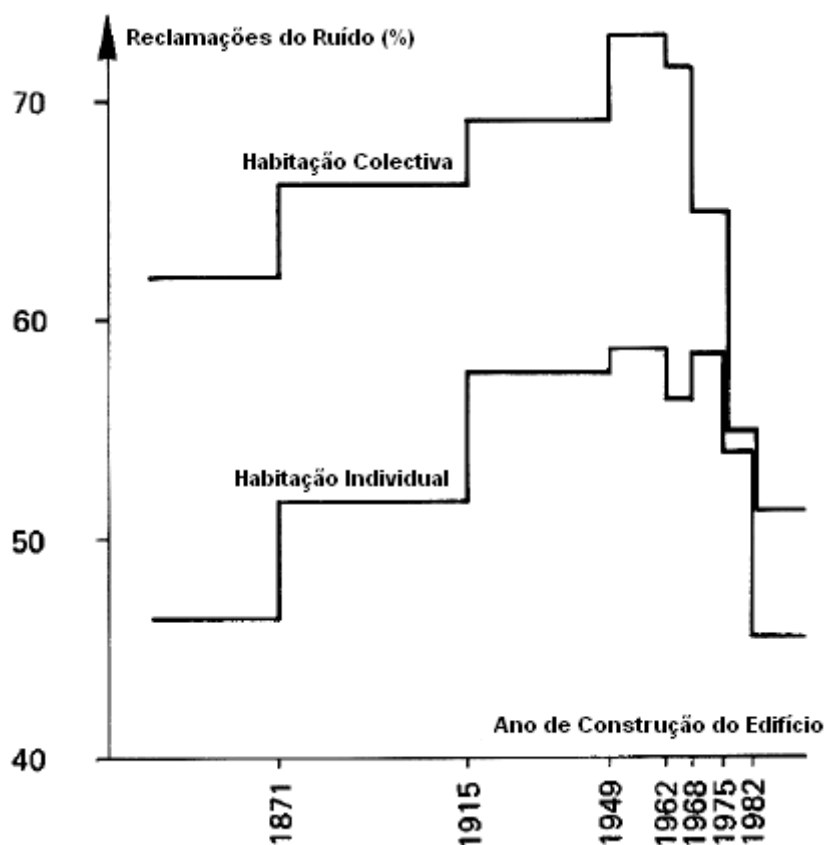


Fig. 2.11. – Percentagem de reclamações do ruído em função do ano de construção do edifício e do tipo de habitação [26].

Quadro 2.5. – Exigências dos utilizadores relativamente à qualidade da sua habitação [26].

Tipo de Habitação	Estado de Ocupação	Ano da Avaliação	Reclamações dos Utilizadores Relativamente à sua Habitação				
			Pequeno	Qualidade Inferior à Desejada	Envolvente Ruidosa	Longe do Local de Trabalho	Longe do Centro da Cidade
Individual (%)	Proprietário não morador	1978	7	20	12	4	11
		1984	8	24	16	5	24
	Proprietário morador	1978	11	10	9	13	10
		1984	11	17	9	15	22
	Inquilino	1978	19	37	16	7	12
		1984	18	39	17	10	21
	Total	1978	12	22	12	8	11
		1984	11	25	14	10	22
Colectiva (%)	Proprietário não morador	1978	14	18	23	5	7
		1984	16	24	26	5	10
	Proprietário morador	1978	24	14	25	14	9
		1984	27	23	20	13	10
	Inquilino	1978	28	33	32	12	11
		1984	31	39	29	12	11
	Total	1978	26	29	30	11	10
		1984	28	35	28	11	11

Mesmo atendida uma distinção entre proprietários e moradores das habitações observa-se que a percentagem de reclamações aumentou entre 1978 e 1984. A situação mais evidente é o caso das habitações individuais que se localizam longe do centro da cidade. Claro que, tendencialmente, o custo de aquisição de uma fracção autónoma individual no centro da cidade passou a ser muito maior o que implicou que, os casos em que a relação entre a área de implantação e altura do edifício fosse elevada, passassem a verificar-se crescentemente na periferia dos centros urbanos.

Note-se que [26] é um trabalho elaborado em 1988 e que foi nesta altura que, em França, foram introduzidos importantes regulamentos nos domínios da qualidade habitacional, situação que só apareceu no nosso país mais tarde. No entanto, constitui um importante documento para avaliar as exigências dos utilizadores e respectiva evolução ao longo de apenas seis anos.

2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade é, presentemente, um conceito claramente definido. Os esforços para alcançar o seu acolhimento na legislação têm sido imensos. No entanto, a sua quantificação objectiva é ainda uma matéria em estudo e em desenvolvimento nos vários países europeus. Na realidade, a visão da qualidade como uma estratégia de promoção empresarial nos operadores do ramo da construção é uma opção ainda pouco frequente, ou quase inexistente, em Portugal.

Através dos métodos de avaliação apresentados neste capítulo seria possível superar a lacuna de informação que os utilizadores sentem aquando a aquisição da sua habitação.

Por outro lado, a existência de estudos sobre a evolução da qualidade na construção poderiam facilitar a implementação de estratégias de gestão nas empresas do ramo assim como o conhecimento continuado das exigências e necessidades da sociedade a cada momento.

3

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E INDICADORES DE DESEMPENHO

3.1. INTRODUÇÃO

Para analisar a evolução da habitação da empresa foram considerados alguns Critérios de Avaliação presentes no método de avaliação da qualidade de projectos MC.FEUP. No entanto, em alguns domínios, por exemplo, conforto térmico, foram escolhidos outros parâmetros de quantificação da qualidade por forma a poder contemplar a regulamentação actual. Os Critérios de Avaliação propostos em [5] foram traduzidos em Indicadores de Desempenho, pois pretende-se que estes funcionem como parâmetros de avaliação da qualidade das habitações e não como medidas de auxílio para a elaboração dos diferentes projectos. Por outro lado, nos campos em que o método MC.FEUP recorre a funções de transformação, estas não foram utilizadas, sendo o resultado final o valor calculado, pois a maioria dos edifícios analisados, dado a sua época de execução, foi projectada apenas seguindo boas práticas profissionais, uma vez que a regulamentação nestes domínios era inexistente.

Os Indicadores calculados são o reflexo dos Objectivos Superiores apresentados na Fig. 3.1, com excepção do Objectivo Superior Sustentabilidade que será tratado posteriormente neste trabalho, no Capítulo 5.

Objectivo Principal	Complexos de Objectivos	Objectivos Superiores
QUALIDADE DA HABITAÇÃO	Eficiência de Aspectos Construtivos	Conforto Ambiental
		Durabilidade de Materiais Não Estruturais
		Sustentabilidade
	Eficiência da Utilização de Espaços	Concepção Espacial de Zonas Privativas

Fig. 3.1. – Objectivo Principal, Complexos de Objectivos e Objectivos Superiores considerados.

Objectivo Superior	Objectivos Parciais	Objectivos-Critério	Indicadores de Desempenho
CONFORTO AMBIENTAL	Conforto Térmico	Conforto Térmico de Inverno	Necessidades Nominais de Aquecimento
			Contribuição dos Ganhos Solares
		Conforto Térmico de Verão	Necessidades Nominais de Arrefecimento
			Consumo Energético em Situação de Verão
	Conforto Acústico	Isolamento em relação a Ruídos Interiores	Ruído de Espaços de Habitações Diferentes
			Ruído de Espaços da Mesma Habitação
			Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comum
	Iluminação Natural	Zonas Envidraçadas	Janelas nas Zonas Comuns
			Janelas na Cozinha
			Janelas nas Instalações Sanitárias

Fig. 3.2. – Objectivo Superior Conforto Ambiental, respectivos Objectivos Parciais, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.

Objectivo Superior	Objectivos Parciais	Objectivos-Critério	Indicadores de Desempenho
DURABILIDADE DE MATERIAIS NÃO ESTRUTURAIS	Envolvente Interior	Zonas Privativas	Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes
			Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas
	Envolvente Exterior	Fachadas	Soluções Construtivas das Zonas Opacas
			Tipo de Caixilharias
			Tipo de Protecções Exteriores de Vãos

Fig. 3.3. – Objectivo Superior Durabilidade de Materiais Não Estruturais, respectivos Objectivos Parciais, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.

Os Indicadores de Desempenho apresentados nas Fig. 3.2., 3.3. e 3.4. são aqueles que, passíveis de serem obtidos pela informação existente, permitem uma análise correcta das habitações. Note-se que, pela sua antiguidade, a empresa foi sistematizando algumas das tomadas de decisões existentes em todos os projectos, minorando assim o número de peças escritas que, também, poderiam ser alvo de avaliação. Através do estudo destes vinte e sete pontos de avaliação tentar-se-ão formular conclusões sobre o seu comportamento tendencial, explicando casos com valores anormalmente altos ou anormalmente baixos.

Na apresentação de cada Objectivo Superior, ir-se-ão descrever, pormenorizadamente, os motivos da sua escolha, assim como, o método de cálculo utilizado em cada Indicador.

Objectivo Superior	Objectivos Parciais	Objectivos-Critério	Indicadores de Desempenho
CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS	Atribuição de Espaços	Áreas de Compartimentos	Área das Zonas Individuas
			Área das Zonas Comuns
			Área da Cozinha
			Área das Instalações Sanitária
			Área dos Arrumos
			Área das Circulações
			Área da Lavandaria e Secagem da Roup
			Área Útil Total
		Dimensões de Compartimentos	Comprimento das Paredes nas Zonas Individuas
			Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns
			Largura das Circulações
			Largura dos Prolongamentos Exteriores

Fig. 3.4. – Objectivo Superior Concepção Espacial de Zonas Privativas, respectivos Objectivos Parciais, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.

3.2. AMOSTRA CONSIDERADA

A localização dos edifícios da empresa construídos entre 1970 e 2008, no Porto, pode ser observada na Fig. 3.5..



Fig. 3.5. – Localização aproximada dos edifícios de habitação da empresa construídos entre 1970 e 2008.

Conclui-se que a maioria situa-se em zonas privilegiadas da cidade, tendendo os seus clientes a ser de classe socioeconómica média-elevada. A localização das habitações e, consequentemente, os seus utilizadores, vão interferir no nível de qualidade exigido. Suprir as expectativas dos clientes pode ser constituído um desafio da própria empresa.

Dentro destes edifícios, foram escolhidas dezoito fracções que cobrem o intervalo de tempo considerado (Fig. 3.6.).

De salientar que, nos edifícios desta empresa, as tipologias mais pequenas só passaram a ser construídas nos últimos trinta anos (Fig.3.7.), justificando assim as datas de construção dos T1 próximas do limite final do intervalo de tempo em análise.

TIPOLOGIA	T1	Data de Construção	1980
			1999
			2005
	T2	Data de Construção	1989
			1999
			2000
			2005
	T3	Data de Construção	1970
			1977
			1980
			1986
			2000
			2008
	T4	Data de Construção	1970
			1977
			1992
			2008
	T5	Data de Construção	1999

Fig. 3.6. – Tipologia e data de construção das fracções consideradas.

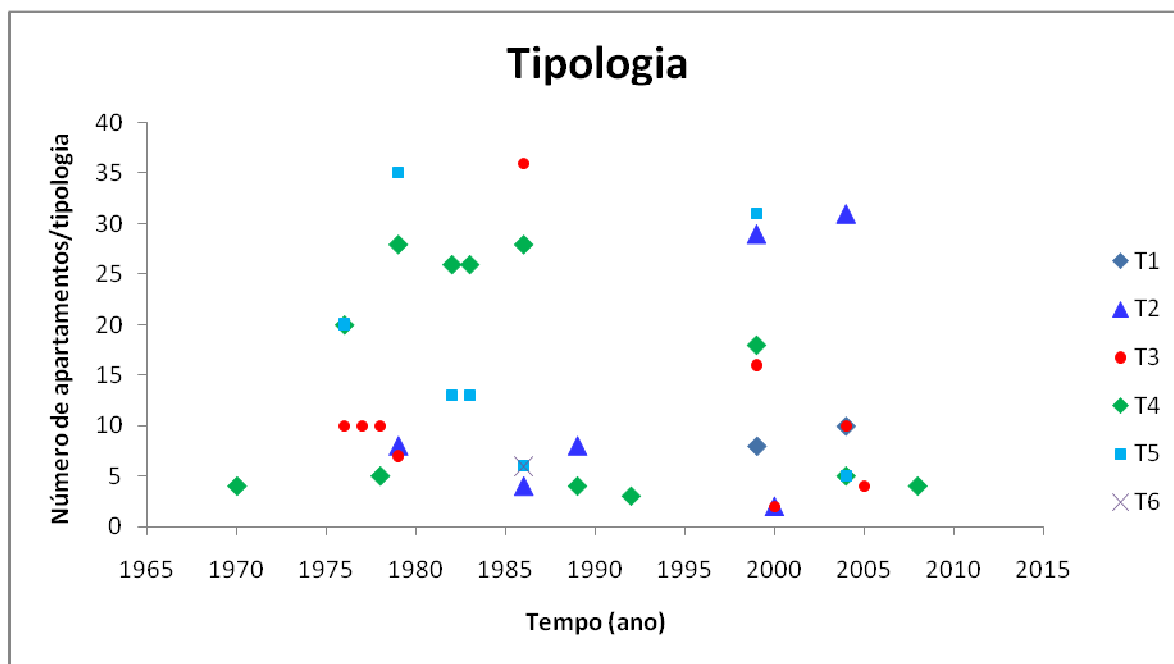


Fig. 3.7. – Evolução da tipologia em função do ano de construção.

Pela Fig. 3.7., facilmente se observa que, nos edifícios construídos pela empresa em estudo, a tipologia mais frequente é o T4 e a menos é o T1. Os T6 são de construção pontual, normalmente por pedidos de clientes. A tipologia T2 tem tido uma evolução claramente crescente ao longo dos anos. Poder-se-á justificar pela diminuição da dimensão das famílias e pelo crescimento expressivo das famílias monoparentais. Também, por estas razões, as habitações de um quarto, surgem apenas em 1980. O número de fracções de tipologias T5, ao longo de quase toda a década de 90, é nulo.

Para a demonstração de resultados da Fig. 3.7., consideraram-se todos os edifícios de habitação da empresa construídos no Porto desde 1970, de forma a obter uma análise mais completa das tipologias existentes. Note-se que, entre 1992 e 1999, não foram realizados, nesta cidade, edifícios de habitação.

3.3. EFICIÊNCIA DE ASPECTOS CONSTRUTIVOS

3.3.1. CONFORTO AMBIENTAL

O motivo associado à escolha deste Objectivo Superior é focar as componentes que condicionam de forma decisiva a qualidade do ambiente interior da habitação. Na realidade, neste domínio é observado um elevado número de reclamações sobre o desempenho dos edifícios, quer em conversas quotidianas quer em análises relativamente extensas ([27] citado em [5]).

Esta situação deve-se a só há relativamente pouco tempo ter sido introduzida regulamentação específica na maioria destes domínios. Por outro lado, no caso do Conforto Térmico, as transformações climáticas das últimas décadas levaram a pôr em questão o clima temperado em que Portugal anteriormente se caracterizava.

Actualmente, principalmente nos projectos de comportamento térmico, tem-se dado uma maior importância a estas matérias, pela obrigatoriedade da apresentação do documento de Certificação Energética no licenciamento da habitação. No entanto, ao longo de muitos anos, assistiu-se a situações de edifícios licenciados e, pelo menos processualmente, de acordo com a legislação em vigor, em que

eram executadas em obra soluções construtivas que não correspondiam ao projecto, colocando em causa a eficiência de comportamento que a regulamentação procurava assegurar [5].

As legislações existentes que abordam as condições construtivas associadas ao comportamento eficiente dos edifícios são o Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios – RCCTE – no qual se encontram definidos os parâmetros que descrevem o comportamento térmico do edifício e metodologias de cálculo para a aferição do seu nível de qualidade, e o Regulamento Geral Sobre o Ruído – RGR – que define parâmetros para determinação da eficiência do isolamento acústico e que estabelece as exigências mínimas a garantir. Relativamente à Iluminação Natural, não existe qualquer tipo de regulamentação específica, além das disponíveis do já caduco Regulamento Geral de Edificações Urbanas.

3.3.1.1. Conforto Térmico

Como já foi referido, tem-se assistido a uma crescente preocupação dos utilizadores do comportamento térmico das suas habitações. As transformações climáticas das últimas décadas têm provocado um aumento dos períodos de Inverno e de Verão e um quase desaparecimento das estações intermédias. Sendo assim, o tempo de utilização de energia para aquecimento/arrefecimento é cada vez maior, o que se traduz num aumento dos custos energéticos que as famílias suportam.

Note-se, também, que o tempo passado no interior da habitação ao longo do dia tem vindo a diminuir, não existindo uma contribuição energética constante como forma de evitar a diminuição radical da temperatura interior, numa situação de Inverno. Por esta razão, quando os utilizadores chegam às suas habitações, no final do dia, necessitam de fortes fontes de aquecimento para alcançar determinado nível de conforto [5].

Este Objectivo Parcial procura valorizar componentes, de acordo com o modo corrente de utilização das habitações, que garantam uma maior eficácia dos sistemas naturais de manutenção do nível de conforto na situação de Inverno e na do Verão.

Nas condições de Inverno foram observados os Indicadores Necessidade Nominais de Aquecimento e a Contribuição dos Ganhos Solares.

As Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Aquecimento, N_{ic} , é um parâmetro, existente no RCCTE, que exprime a quantidade de energia útil necessária para manter em permanência um edifício ou uma fracção autónoma a uma temperatura interior de referência durante a estação de aquecimento [27]. Resulta do valor integrado da soma algébrica das perdas de calor por condução através da envolvente dos edifícios (Q_t), das perdas de calor resultantes da renovação de ar (Q_v) e dos ganhos de calor úteis pela iluminação, equipamentos, ocupantes e ganhos solares pelos envidraçados (Q_{gu}), divididos pela área de pavimento.

$$N_{ic} = (Q_t + Q_v - Q_{gu}) / A_p \quad (3.1.)$$

Os valores apresentados na Fig. 3.8. foram calculados em conformidade com o RCCTE, mas de modo aproximado, para as fracções autónomas em questão.

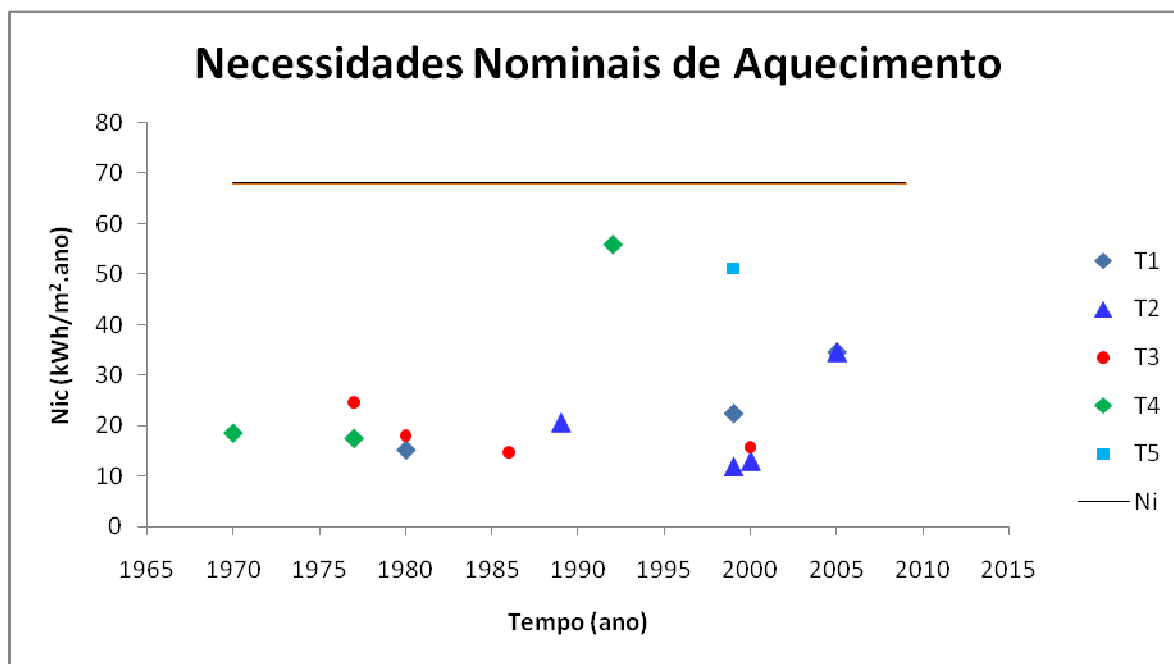


Fig. 3.8. – Evolução das Necessidades Nominais de Aquecimento em função do ano de construção.

Como se pode observar, grande parte dos apartamentos tem um Nic entre 10 e 30 kWh/m².ano, à excepção de quatro casos – dois T2, um T4 e um T5. As excepções correspondem a habitações existentes na primeira linha do mar em que se privilegiaram as vistas com grandes janelas. Estas, ao terem um coeficiente de transmissão térmica de 3,6W/m².°C, por terem vidros simples e caixilharias sem corte térmico, a quantidade de perdas pela envolvente do edifício é elevada.

O valor limite das Necessidades Nominais de Energia Útil de Aquecimento, Ni, para todos estes edifícios é, segundo [28], 68,10 kWh/m².ano. Ni depende do valor dos Graus-Dias do local de implantação do edifício que, no caso do Porto, é 1610 °C, e do Factor de Forma que, na amostra em questão, é sempre inferior a 0,5.

Os edifícios da empresa são de inércia forte. Na sua maioria, compostos por paredes duplas com isolamento cobrindo parcialmente a caixa, com correcção de pontes térmicas nos talões das vigas (Fig. 3.9.) e com tectos e pavimentos devidamente isolados (Fig. 3.10.). Esta situação é particularmente interessante em fracções construídas trinta anos antes de entrar em vigor qualquer tipo de regulamentação neste domínio. Claro que nem sempre são soluções aconselháveis do ponto de vista técnico. Mas, mesmo assim, são preocupações muito actuais para os anos de construção em causa.

Note-se que esta empresa teve desde sempre associada aos seus edifícios uma espécie de garantia quase vitalícia, ou seja, caso existisse alguma patologia na sua construção, estaria disponível para solucioná-la. Daí a importância destas preocupações.

Resumindo:

- os valores do Nic, em quase todas as habitações, pertencem ao intervalo [10;30] kWh/m².ano;
- existem quatro excepções, situações que se privilegiaram as vistas com grandes janelas;
- todas as fracções estão abaixo do limite regulamentar, Ni.

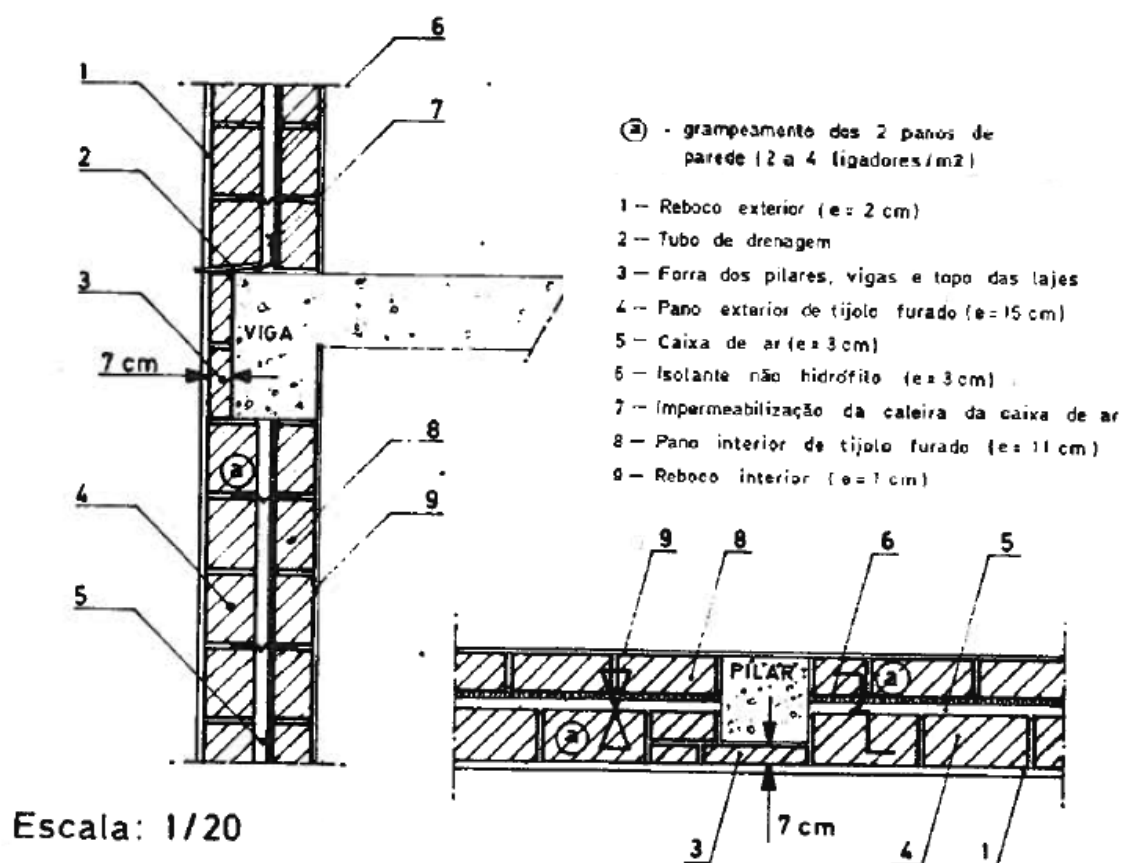
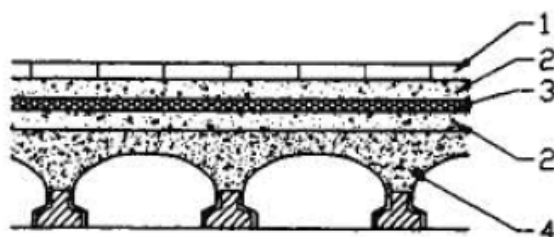
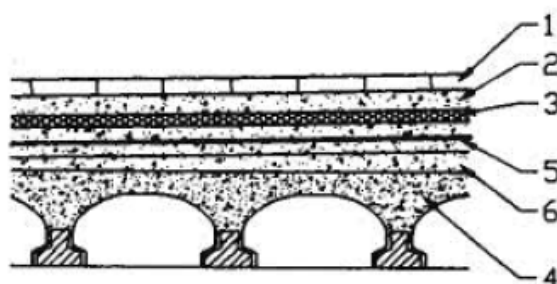


Fig. 3.9. - Pormenor-tipo de paredes extraído de projectos da empresa.

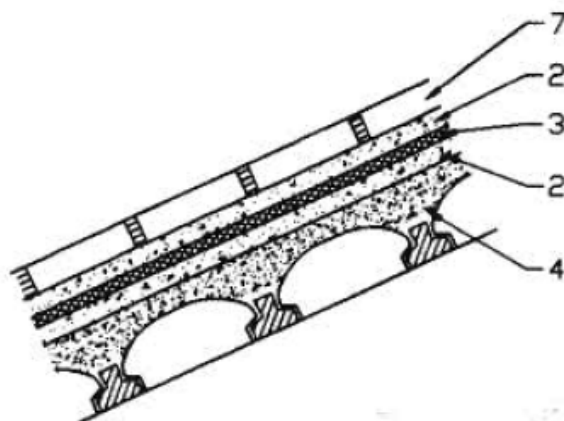
PAVIMENTOS:



TERRAÇOS:



COBERTURAS:



- 1 - Acabamentos
- 2 - Regularização
- 3 - Poliestireno Expandido 2cm (4cm na Cobertura)
- 4 - Laje Aligeirada
- 5 - Impermeabilização
- 6 - Criação de pendente
- 7 - Telha cor vermelha

Fig. 3.10. – Pormenor-tipo de pavimentos, terraços e coberturas extraído de projectos da empresa.

A Contribuição de Ganhos Solares é um factor que pode garantir a verificação regulamentar, pela valorização de habitações com boa orientação. O efeito deste tipo de ganhos úteis, pelos envidraçados

voltados a Sul, contribui para uma maior eficácia térmica da habitação mas não assume uma influência demasiado marcante [5].

Este Indicador corresponde ao homónimo da metodologia MC.FEUP [5]. Foram classificados segundo os mesmos princípios, apresentados no Quadro 3.1.. Após a avaliação, os resultados foram os obtidos na Fig. 3.11.

Quadro 3.1.- Avaliação da Contribuição de Ganhos Solares [5].

Nota	Situação
4	$(Nic + GSU/Ap) \leq Ni$ e $(GSU/Ap) \geq 0.10 Nic$
3	$(Nic + GSU/Ap) \leq Ni$ e $(GSU/Ap) < 0.10 Nic$
1	$(Nic + GSU/Ap) > Ni$
0	A análise da habitação segundo o RCCTE é omissa.

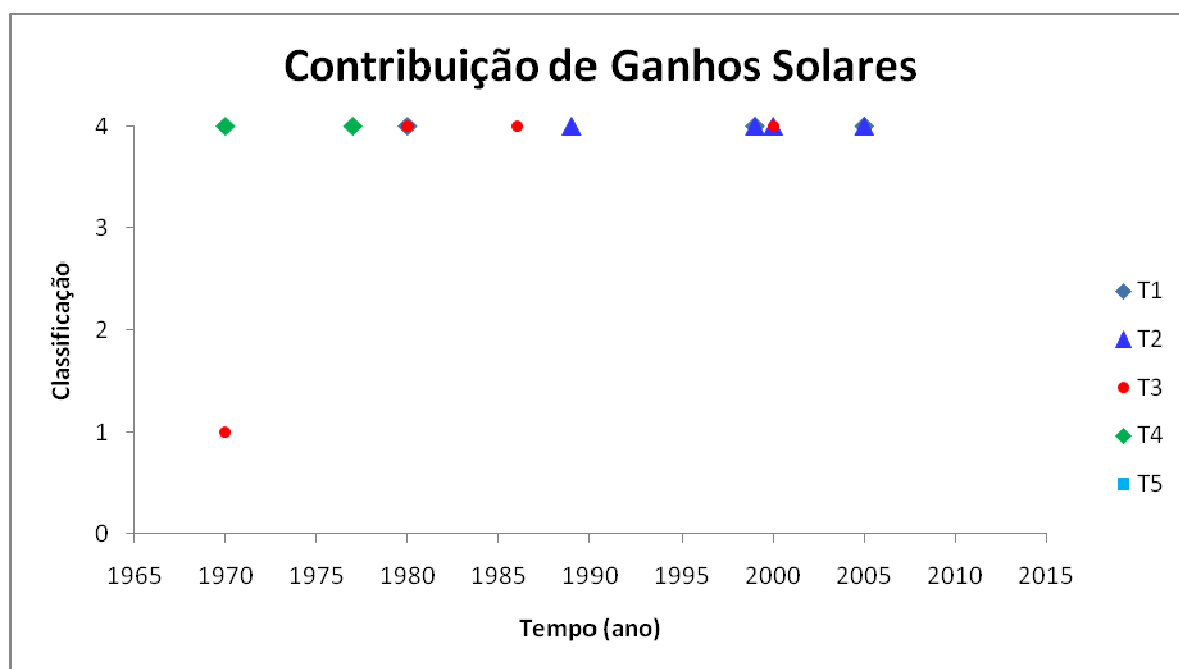


Fig. 3.11. – Evolução da Contribuição de Ganhos Solares em função do ano de construção.

Há apenas uma excepção à classificação máxima neste Indicador. Esta situação corresponde a um edifício com um valor elevado de ganhos solares úteis para a sua área total de pavimento.

Note-se que, na maioria das situações a análise pelo RCCTE é omissa, por isso, em vez de serem classificados com a nota zero, foi feito um estudo aproximado dos projectos e da informação associada para o cálculo dos valores das Necessidades Nominais de Aquecimento.

Em suma:

- a classificação em quase todos os edifícios é máxima;

- há apenas uma excepção, em existem muitos ganhos solares para a área de pavimento.

Ao Objectivo-Critério Conforto Térmico de Verão foram associados dois Indicadores de Desempenho: as Necessidades Nominais de Arrefecimento e o Consumo Energético em Situação de Verão. Enquanto o primeiro é um parâmetro do RCCTE, o segundo é um Critério de Avaliação do método MC.FEUP.

As Necessidades Nominais de Energia Útil de Arrefecimento, N_{vc} , é, por definição, o parâmetro que exprime a quantidade de energia útil necessária para manter em permanência um edifício ou fracção autónoma a uma temperatura interior de referência durante a estação de arrefecimento, isto é, nos meses de Junho a Setembro, inclusivé [27]. Este parâmetro não pretende representar o consumo real dessa zona, pois os seus utilizadores não impõem permanentemente situações iguais às de referência.

Note-se que mais do que um modo de prever as necessidades energéticas reais de uma fracção, os valores do N_{ic} e do N_{vc} constituem uma forma objectiva de comparar edifícios do ponto de vista térmico [27].

O cálculo do N_{vc} é complementar ao das Necessidades Nominais de Aquecimento, uma vez que no Inverno, os ganhos úteis contabilizados são aqueles que não provocam o sobreaquecimento do espaço interior, e no Verão, os ganhos não úteis são, precisamente, os que provocam as necessidades de arrefecimento [27].

As Necessidades Nominais de Arrefecimento de uma fracção são calculadas pela expressão 3.2., em que Q_g são os ganhos totais brutos do edifício ou fracção autónoma, η é o factor de utilização dos ganhos e A_p é a área útil de pavimento.

$$N_{vc} = Q_g \cdot (1 - \eta) / A_p \quad (3.2.)$$

Os valores obtidos para a amostra em estudo são os apresentados na Fig. 3.12.

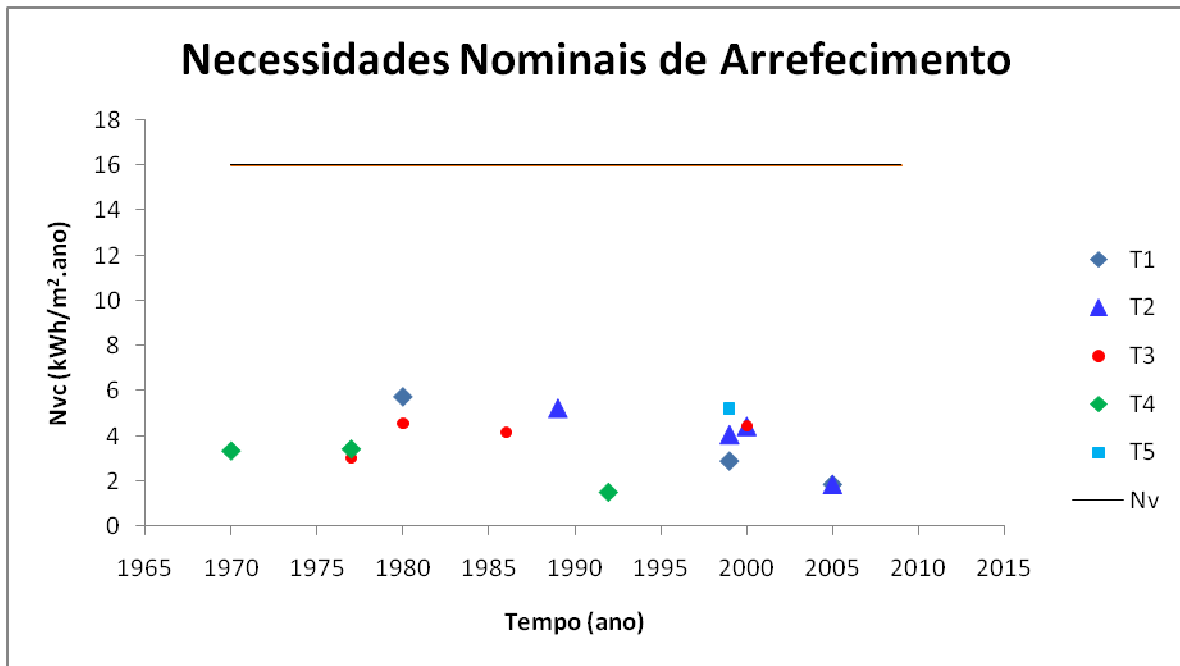


Fig. 3.12. - Evolução das Necessidades Nominais de Arrefecimento em função do ano de construção.

Os resultados obtidos estão abaixo dos 6 kWh/m².ano e não há grandes variações em termos de tipologias.

Estes valores foram calculados pelas folhas do RCCTE. Por observação directa em alguns edifícios, verificou-se que apenas existe ventilação mecânica na cozinha, o que faz com que as fracções sejam consideradas ventiladas naturalmente.

O valor limite das Necessidades Nominais de Energia Útil de Arrefecimento, Nv, no Porto, é de 16 kWh/m².ano. Este valor depende da zona climática de Verão onde o edifício se localiza que corresponde na situação presente à zona V₁.

Sumariamente:

- os valores do Nvc estão muito abaixo do limite regulamentar;
- não existem grandes variações, para as fracção analisadas, do Nvc.

O segundo Indicador de caracterização do Conforto Térmico de Verão é o Consumo Energético em Situação de Verão. Este, à semelhança do Indicador Contribuição de Ganhos Solares, foi baseado na metodologia MC.FEUP. Pretende-se assim que a concepção global da envolvente da habitação garanta uma temperatura interior na estação de aquecimento que evite a necessidade de recurso intenso a sistemas de arrefecimento [5].

Não é habitual que as famílias portuguesas utilizem do mesmo modo sistemas de aquecimento e de arrefecimento. No entanto, ao longo dos anos, tem-se observado um aumento exponencial dos sistemas de arrefecimento e, conseqüentemente, dos custos energéticos.

A avaliação deste Indicador foi feita de acordo com o apresentado no Quadro 3.2. e os resultados obtidos são os da Fig. 3.13.

Quadro 3.2. – Avaliação do Consumo Energético em Situação de Verão [5].

Nota	Situação
4	$N_{vc}/N_v \leq 0.50$
3	$0.50 < N_{vc}/N_v \leq 0.65$
2	$0.65 < N_{vc}/N_v \leq 0.80$
1	$0.80 < N_{vc}/N_v \leq 1.00$
0	$N_{vc}/N_v > 1.00$ ou a análise da habitação segundo o RCCTE é omissa.

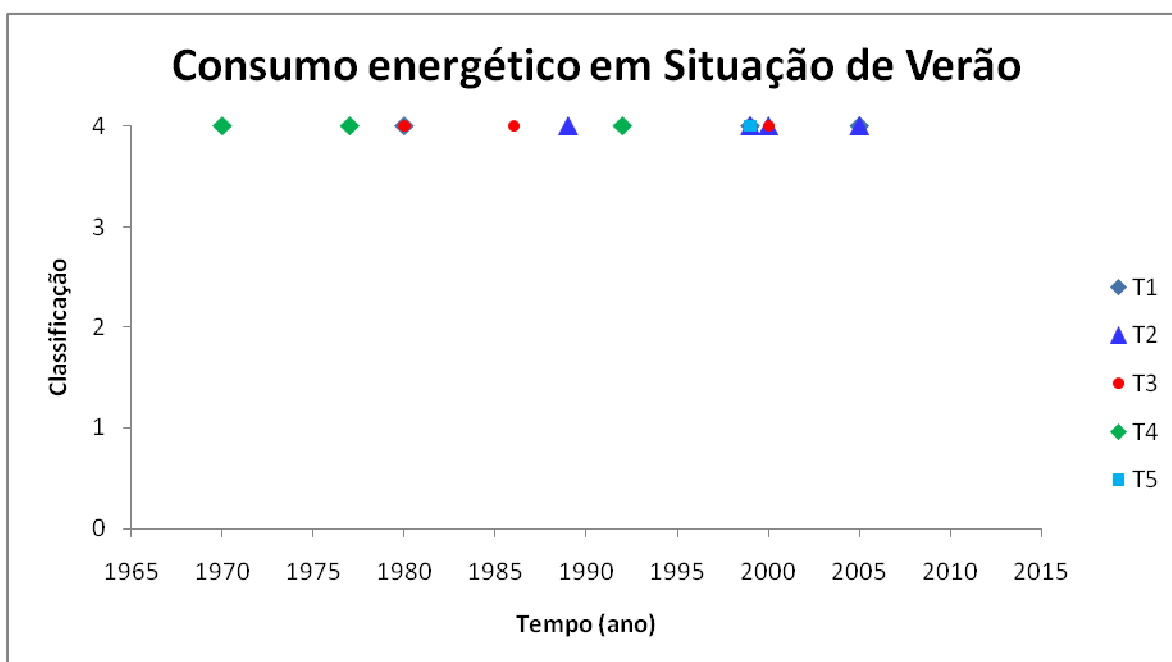


Fig. 3.13. – Evolução do Consumo Energético em Situação de Verão em função do ano de construção.

Na Fig. 3.13., todas as habitações analisadas têm a nota máxima neste Indicador. Como foi visto no Indicador Necessidades Nominais de Arrefecimento, os valores de N_{vc} estão muito abaixo do limite regulamentar, o que implica que a sua relação seja, para todos os casos, inferior a 0,50. A nota zero não foi considerada mesmo nas situações em que a análise do RCCTE era omissa. Foi feita, nestes casos, um estudo aproximado para este cálculo.

Resumindo:

- Em todos os edifícios, o valor de N_{vc} é inferior a metade do N_v .

3.3.1.2. Conforto Acústico

O Regulamento Geral Sobre o Ruído tem sofrido grandes alterações nos últimos tempos, nomeadamente, a obrigatoriedade da apresentação do projecto desta especialidade para o licenciamento da habitação. No entanto, é de salientar que, ao contrário do RCCTE, este regulamento é de difícil leitura.

Foi analisado o Isolamento em Relação a Ruídos Interiores, colocando em foco o comportamento face aos ruídos desenvolvidos no interior do edifício através dos Indicadores de Desempenho Ruído de Espaços de Habitação Diferentes, Ruído de Espaços da Mesma Habitação e Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comuns.

O Objectivo-Critério Isolamento em Relação a Ruídos Exteriores, também apresentado no MC.FEUP [5], não foi considerado por estar relacionado com a localização do edifício, situação que não é relevante para a análise em questão. O estudo apresentado pretende avaliar o edifício em si independentemente do local da sua implantação.

Numa determinada habitação, deverá ser assegurado um conveniente isolamento entre espaços de habitações adjacentes, tanto na horizontal como na vertical, procurando evitar distribuições espaciais que coloquem em contacto espaços de diferentes funções em fracções distintas. A falta de isolamento acústico nestas zonas é, provavelmente, uma das mais graves deficiências construtivas, pois entra no domínio da privacidade de cada um.

No Indicador Ruído de Espaços de Habitações Diferentes os resultados obtidos para amostra em estudo, de acordo com a classificação do Quadro 3.3., são os apresentados na Fig. 3.14..

Quadro 3.3. – Avaliação do Indicador Espaços de Habitações Diferentes [5].

Elemento de construção	Nota		
	4	2	0
Paredes	alvenaria simples de blocos de betão com 0.30 m; alvenaria dupla de tijolo furado 0.11+0.07 m e caixa de ar de 0.04 m com material absorvente sonoro	alvenaria simples de tijolo furado com 0.22 m; parede de betão armado com 0.12 m	(*)
Pavimentos	Laje de betão com vigotas pré-esforçadas com 0.26 m, revestida por betonilha de regularização e alcatifa agulhada; laje maciça de betão com 3.50 kN/m ² com revestimento resiliente; piso flutuante, sendo o elemento flutuante lajeta com $e \geq 0.04$ m	Laje de betão com vigotas pré-esforçadas com 0.15 m, revestida por betonilha de regularização e alcatifa agulhada	(*)

(*) a nota 0 será atribuída às situações que não contemplem as exigências mínimas correspondentes à nota 2

Nota: as paredes acima indicadas consideram-se rebocadas nas suas faces visíveis

A nota global do critério será a média pesada, em relação às suas áreas, das notas obtidas na avaliação dos elementos *Paredes* e *Pavimentos*

Uma habitação sem superfície de contacto com outra, em ambos os planos, terá nota 4

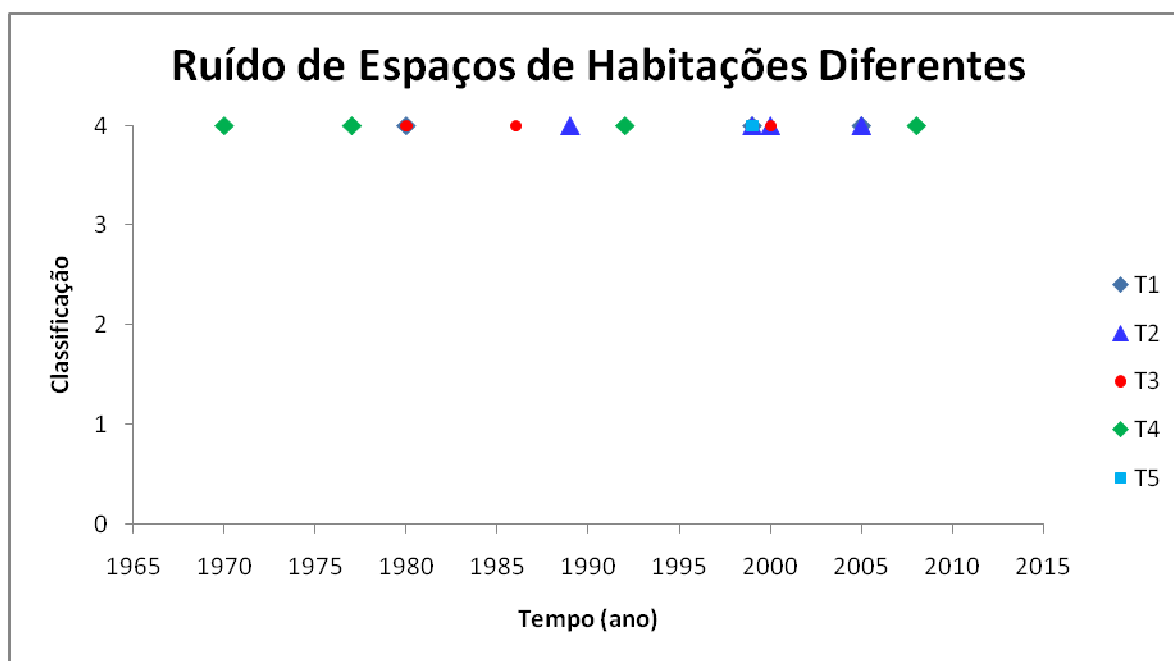


Fig. 3.14. – Evolução do Indicador Ruído de Espaços de Habitações Diferentes em função do ano de construção.

Nas fracções analisadas, a parede entre habitações é de alvenaria dupla de tijolo furado com um pano de 0,11 m e outro com 0,15 m e caixa-de-ar com 0,05 m de espessura preenchida parcialmente com isolamento não hidrófilo. Os pavimentos são compostos por uma laje de betão de vigotas pré-esforçadas com mais de 0,26 m de espessura, uma camada de regularização e material absorvente sonoro. Sendo assim, de acordo com o Quadro 3.3., a nota é quatro.

Em suma:

- todos os edifícios têm um isolamento acústico adequado entre fracções.

No caso do Indicador Ruído de Espaços da Mesma Habitação, a constituição das paredes divisórias deverá garantir um conveniente isolamento acústico dos diversos espaços. Para este Indicador é proposto por [5] a avaliação presente no Quadro 3.4.. Os resultados são os da Fig. 3.15..

Quadro 3.4. - Avaliação do Indicador Ruído de Espaços da Mesma Habitação [5].

Elemento de construção	Nota		
	4	2	0
Paredes entre quartos, entre quartos e instalações sanitárias ou entre quartos e zonas de estar	alvenaria simples de tijolo furado com 0.11 m	alvenaria simples de tijolo furado com 0.07 m	(*)

(*) a nota 0 será atribuída às situações que não contemplem as exigências mínimas correspondentes à nota 2

Nota: as paredes acima indicadas consideram-se rebocadas nas suas faces visíveis

Habitações cuja distribuição espacial evite as situações de contacto indicadas no quadro, terão nota 4

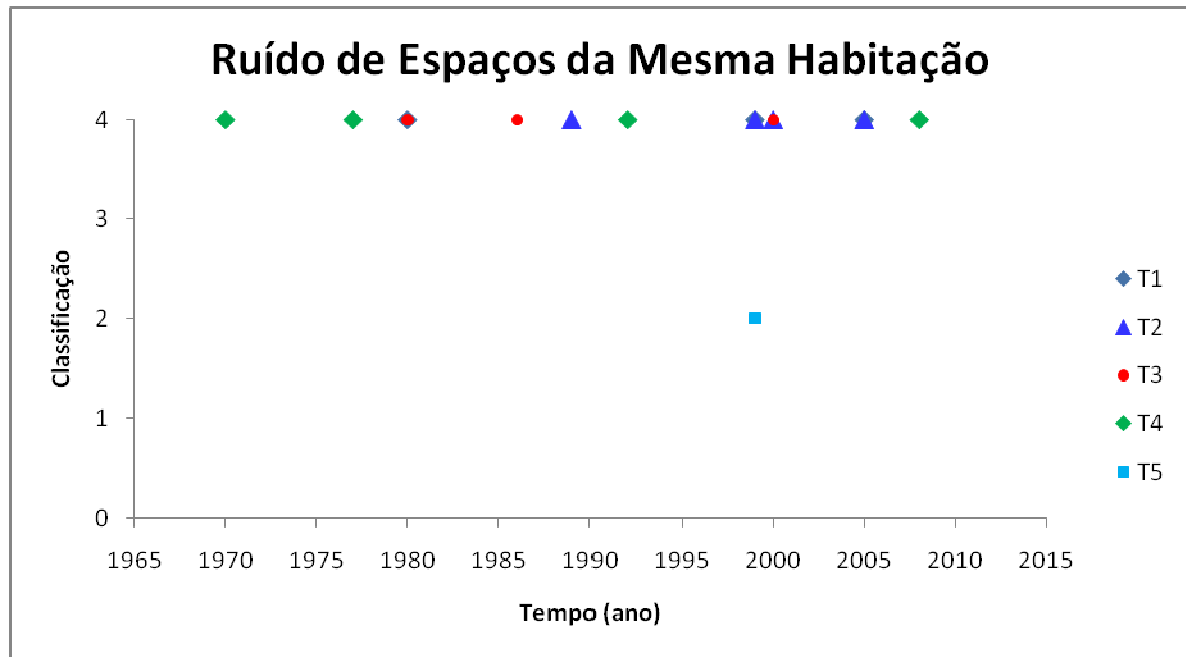


Fig. 3.15. - Evolução do Indicador Ruído de Espaços da Mesma Habitação em função do ano de construção.

Neste caso, o único apartamento que não tem classificação máxima é o T5, porque tem parede com tijolo de 0,07 m de espessura. Todos os outros têm paredes divisórias simples de alvenaria de tijolo furado com 0,11 m.

Sumariamente:

- na maioria dos edifícios o Indicador Ruído de Espaços da Mesma Habitação toma o valor máximo;
- há uma exceção, o T5, que tem paredes de 0,07 m de espessura e, por isso, a sua classificação é dois.

A distribuição espacial da habitação deverá limitar ao mínimo o contacto de quartos e zonas de estar com zonas de circulação comuns. Nos pontos existentes, os elementos de construção que os separam deverão garantir um conveniente isolamento aos ruídos provenientes dessas zonas [5].

Sendo assim, pelo proposto em [5] (Quadro 3.5.), os valores obtidos para o Indicador Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comuns estão presentes na Fig. 3.16..

Quadro 3.5. – Avaliação do Indicador Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comuns [5].

Elemento de construção	Nota		
	4	2	0
Paredes	alvenaria simples de blocos de betão com 0.30 m; alvenaria dupla de tijolo furado 0.11+0.07 m e caixa de ar de 0.04 m com material absorvente sonoro	alvenaria simples de tijolo furado com 0.22 m; parede de betão armado com 0.12 m	(*)
Pavimentos	não existem zonas de circulação sobre zonas privativas da habitação	tecto falso suspenso a 0.20 m de distância (placas de gesso com 0.015 m) com integração de elemento resiliente e material absorvente com $e \geq 0.04$ m na face superior do tecto falso	(*)

(*) a nota 0 será atribuída às situações que não contemplem as exigências mínimas correspondentes à nota 2

Nota: as paredes acima indicadas consideram-se rebocadas nas suas faces visíveis

Edifícios de habitação unifamiliares ou colectivos com apenas uma habitação por piso, terão nota 4

A nota global do critério será a média pesada, em relação às suas áreas, das notas obtidas na avaliação dos elementos *Paredes* e *Pavimentos*

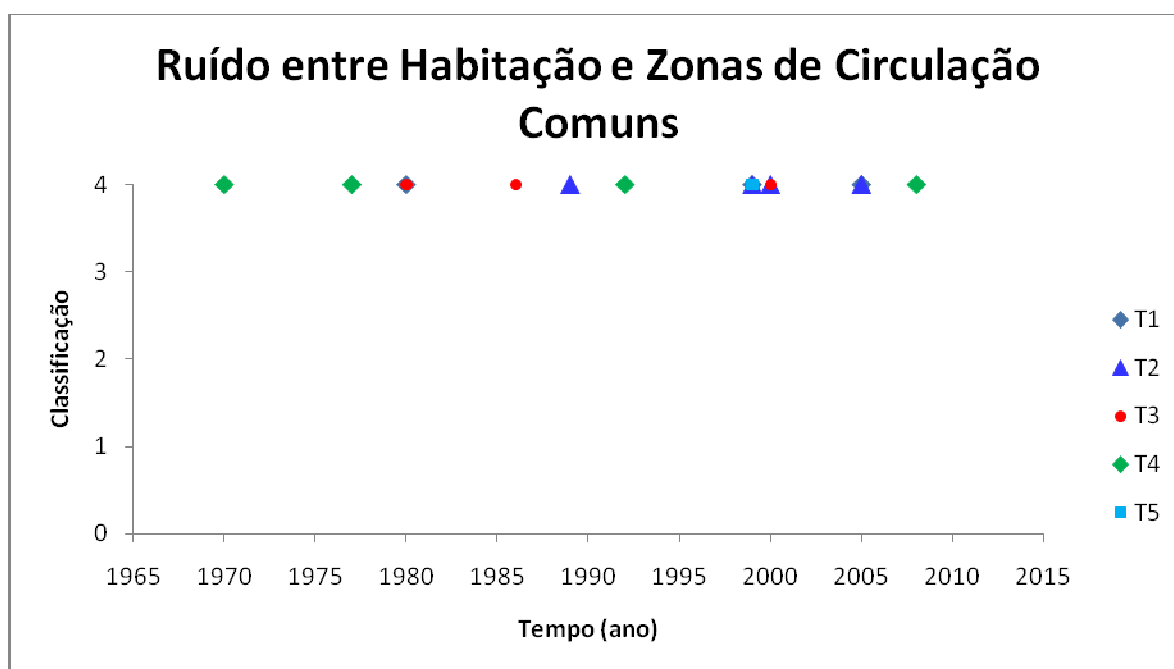


Fig. 3.16. - Evolução do Indicador Ruído entre Habitação e Zonas de Circulação Comuns em função do ano de construção.

Uma vez que as paredes de separação entre a habitação e as zonas de circulação comuns são de betão com espessuras superiores a 0,30 m e de alvenaria dupla de tijolo furado com panos de 0,11 m e de 0,15 m com caixa-de-ar com material absorvente sonoro, a classificação é máxima para toda a amostra analisada.

Resumindo:

- Todas as fracções têm um isolamento acústico adequado para os ruídos provenientes das zonas de circulação comum.

3.3.1.3. Iluminação Natural

A manutenção de um ambiente interior agradável passa, também, pela existência de fontes de iluminação natural. Os vãos envidraçados são importantes contributos para a manutenção de um ambiente interior de qualidade, tanto em termos físicos como psicológicos.

O processo de avaliação apresentado em [5] procura incentivar soluções arquitectónicas que apresentem diversidade de orientações de envidraçados, garantindo a entrada de luz natural directa ao longo do dia. Claro está, que nas tipologias mais pequenas e, principalmente, em edifícios de habitação colectiva, existe uma maior dificuldade em esta diversidade. A maneira de esta situação ser evitada passaria pela redução para duas habitações por piso, ou mesmo uma.

A habitação deverá ser encarada no seu conjunto para a determinação do seu nível de qualidade. A disposição e dimensão das janelas de abrir nos espaços privativos e comuns da habitação devem garantir uma iluminação adequada ao longo do dia e permitir uma ventilação eficaz. O valor a medir, no caso do Indicador Janelas nas Zonas de Estar, corresponde ao número de orientações de zonas envidraçadas exteriores situadas em zonas de estar que difiram de 90°, ou mais, entre si, conforme o descrito no Quadro 3.6. [5].

A contribuição das zonas envidraçadas de um dado compartimento, para uma dada orientação, só foi considerada se estas, no seu total, corresponderem a, no mínimo, 3% da área do compartimento em que se situam. Nos casos em que as janelas estavam voltadas a espaços comuns interiores do edifício a nota obtida foi diminuída de um ponto por cada orientação em que tal se verificou [5].

Quadro 3.6. – Avaliação do Indicador Janelas nas Zonas de Estar [5].

Nota	Tipologias			
	T0/T1	T2	T3	T4 e superior
4	Três orientações ou duas orientações a 180° (opostas)	Três orientações	Três orientações	Três orientações
3		Duas orientações a 180°		
2	Duas orientações a 90°	Duas orientações a 90°	Duas orientações a 180°	Duas orientações a 180°
1			Duas orientações a 90°	Duas orientações a 90°
0	Uma orientação	Uma orientação	Uma orientação	Uma orientação

Com base no Quadro 3.6. foram obtidos os valores da Fig. 3.17..

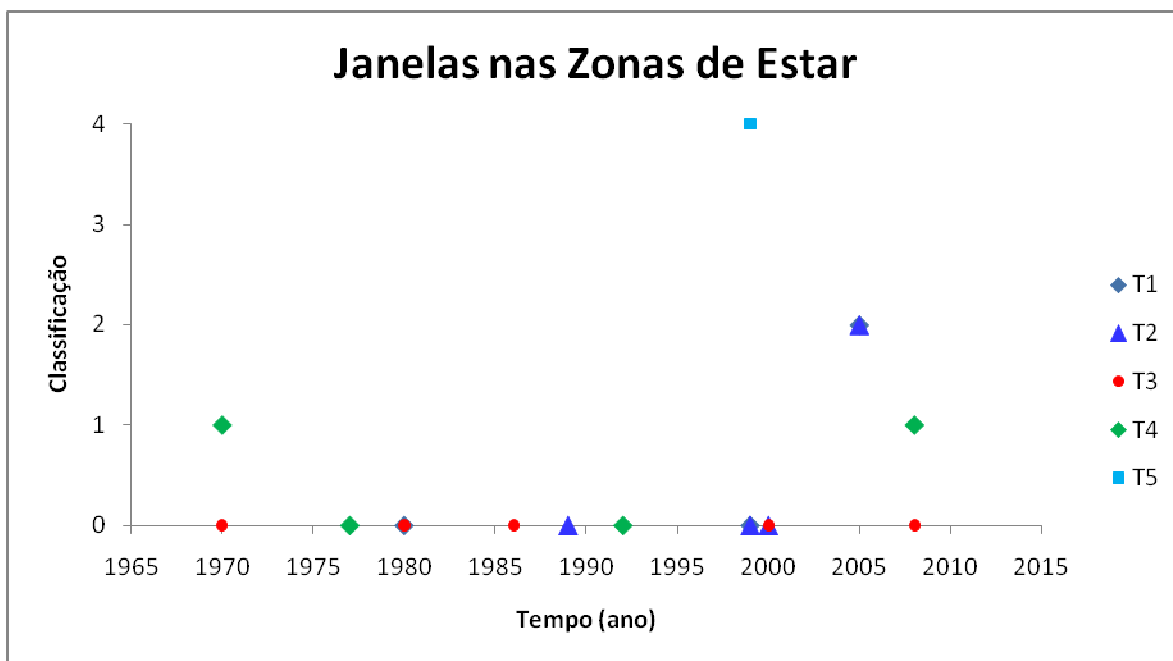


Fig. 3.17. – Evolução do Indicador Janelas nas Zonas de Estar em função do ano de construção.

Na maioria dos casos, as zonas de estar só têm uma janela. Isto deve-se ao facto de muitos dos edifícios serem em banda e, portanto, ficarem apenas com duas fachadas. Existe, porém, alguns casos em que isto não se verifica e, por isso, possuem duas orientações a 90°, ou outros em que as salas se estendem a todo o comprimento do edifício. Apenas uma das habitações analisadas tem três orientações. É o caso do T5 que se situa na primeira linha do mar e privilegiaram-se as vistas, como já foi referido.

Em suma:

- quase todas as fracções só têm uma janela na zona de estar;
- quando não são edifícios em banda têm mais do que uma;
- numa das habitações, o T5, foram privilegiadas as vistas, tendo três orientações diferentes de janelas.

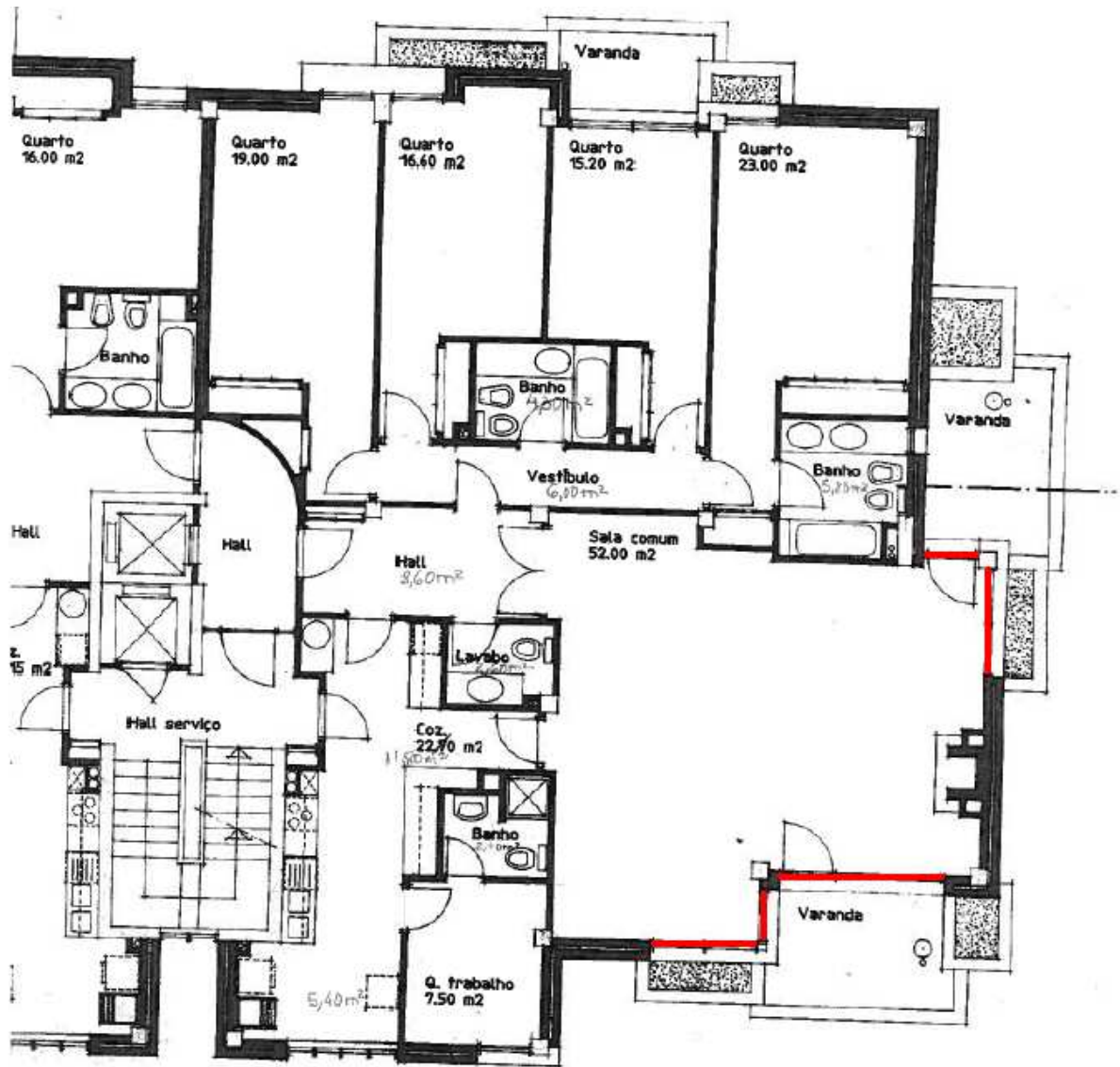


Fig. 3.18. – Janelas nas Zonas de Estar do T5 analisado.

A cozinha deve ter uma zona envidraçada adequada, que permita uma iluminação e ventilação conveniente das zonas de trabalho. Este compartimento é o centro de numerosas actividades domésticas em que a iluminação e a ventilação desempenham um papel fundamental. Os níveis de avaliação propostos no Quadro 3.7. procuram dar ênfase a situações em que o ponto de entrada de luz e a possibilidade de ventilação natural se situem nas proximidades da zona de trabalho mais frequente, ou seja, no rectângulo definido pela envolvente do local de implantação do mobiliário e equipamento principal da cozinha. A distância referida nos níveis 0, 1 e 2 é medida do centro deste polígono [5].

A distinção feita entre os dois primeiros níveis, 3 e 4, está relacionada com as soluções correntes de cozinhas estreitas e compridas. Nestes casos, a profundidade de penetração de luz natural através de uma zona envidraçada no topo do espaço é, obviamente, mais favorável que através de uma janela lateral.

Quadro 3.7. – Avaliação do Indicador Janelas na Cozinha [5].

Nota	Situação
4	A cozinha possui uma janela de abrir na fachada exterior, situada na zona de trabalho e perpendicular à maior dimensão do compartimento.
3	A cozinha possui uma janela de abrir na fachada exterior, situada na zona de trabalho e paralela à maior dimensão do compartimento.
2	A cozinha possui uma janela de abrir na fachada exterior, situada fora da zona de trabalho, a uma distância ≤ 3.0 m e sem obstruções.
1	A cozinha está separada da janela na fachada exterior por uma zona envidraçada independente (lavandaria, marquise).
0	A cozinha é interior, sem janelas a menos de 3.0 m.

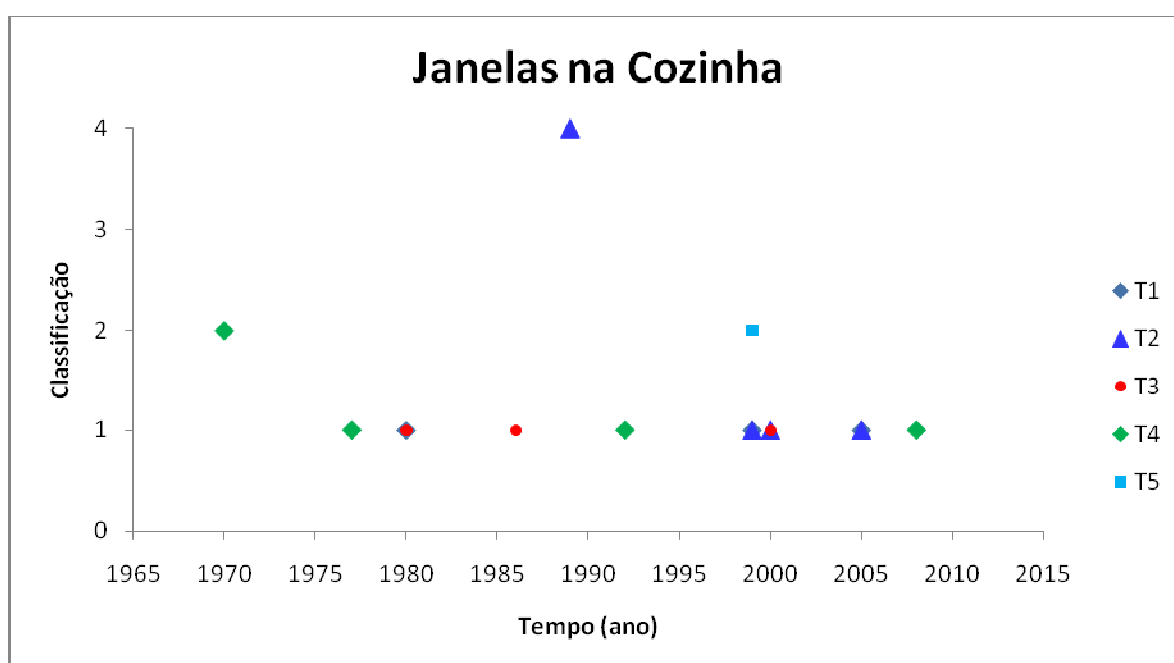


Fig. 3.19. – Evolução do Indicador Janelas na Cozinha em função do ano de construção.

Na maioria das habitações estudadas, a cozinha está separada da janela da fachada por uma marquise ou lavandaria. No T4 e no T3 em que esta situação não se verifica, a cozinha é virada para uma varanda onde se situa a lavandaria. Note-se que o ano de construção destas fracções é 1970 e que o número de equipamentos para o efeito de lavagem e secagem de roupa era menor. Nos outros dois casos, a geometria do edifício permitiu que tal acontecesse.

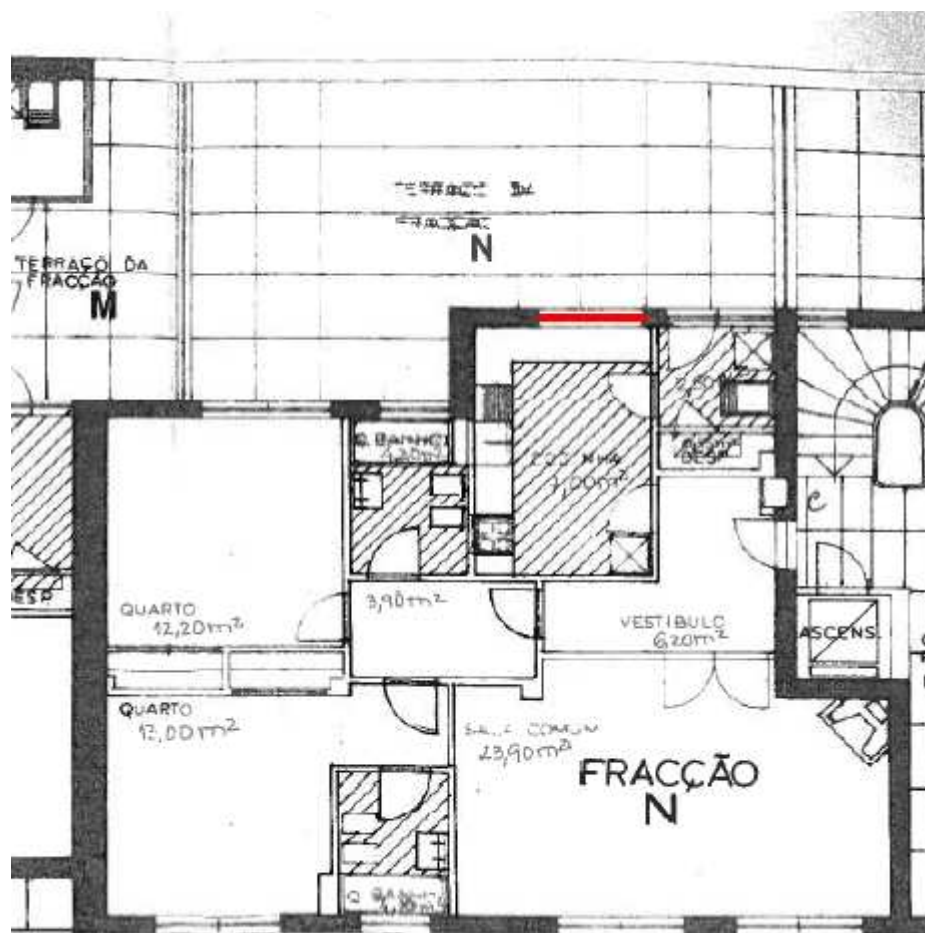


Fig. 3.20. – Janelas na Cozinha do T2, de 1989, analisado.

Sumariamente:

- na maioria das habitações, a cozinha é separada da janela por uma marquise;
- existem quatro exceções, permitidas pela arquitectura.

Nas instalações sanitárias existe uma grande produção de vapor de água que pode degradar o aspecto e diminuir a durabilidade dos revestimentos. A ventilação natural destes espaços, através de janelas, contribui na diminuição da humidade relativa interior favorecendo a conservação dos materiais. O Indicador Janelas nas Instalações Sanitárias privilegia a existência de grelhas de ventilação e janelas de abrir (Quadro 3.8.). Claro que a produção de vapor de água é maior em instalações sanitárias com banheira ou duche. A diferença nestes tipos de compartimentos é considerada pela ponderação apresentada no Quadro 3.9.. A nota global deste Indicador é obtida pela média ponderada das notas obtidas na avaliação individual das instalações sanitárias da habitação.

Quadro 3.8. – Avaliação do Indicador Janelas nas Instalações Sanitárias [5].

Nota	Situação
4	Instalação sanitária com janela de abrir situada numa fachada exterior e grelha de ventilação regulável.
3	Instalação sanitária com janela de abrir situada numa fachada exterior.
2	Instalação sanitária com clarabóia de abrir.
1	Instalação sanitária com janela de abrir voltada a um espaço comum interior do edifício.
0	Instalação sanitária interior.

Quadro 3.9. – Pesos para a avaliação do Indicador Instalações Sanitárias [5].

Tipo de instalação sanitária	peso
IS com banheira ou duche	2.0
Outras IS	1.0

Nos edifícios de habitação colectiva é muito difícil existirem janelas nestes compartimentos, pois é obviamente preferível ter vãos envidraçados nas zonas de estar, ficando na maioria dos casos as instalações sanitárias como espaços interiores.

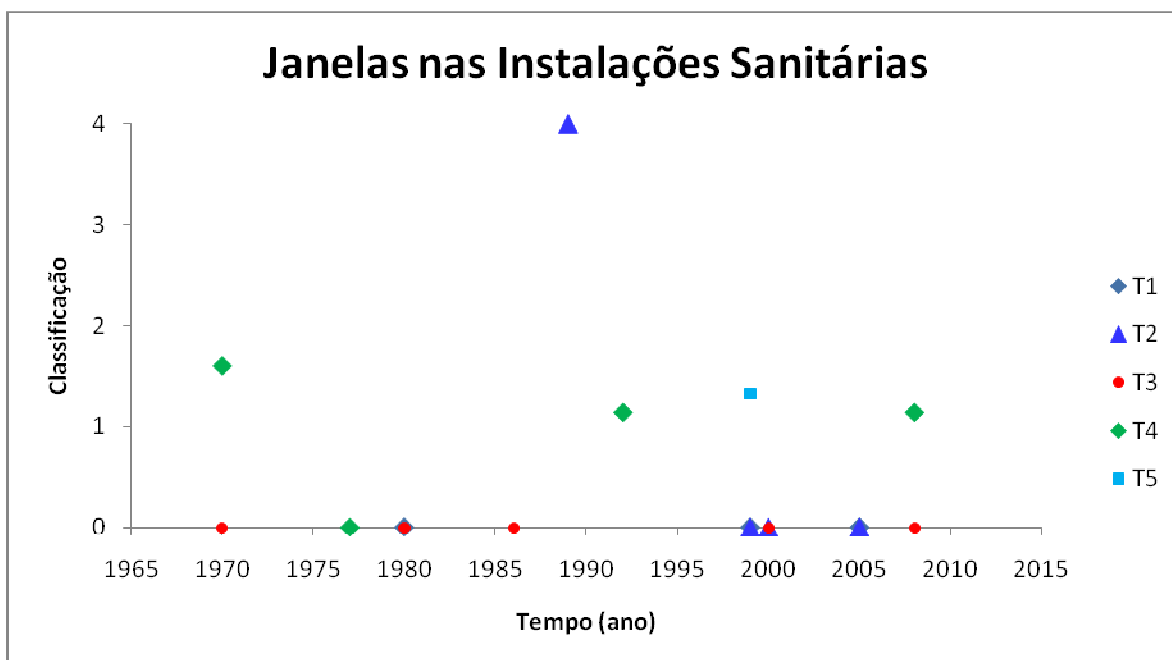


Fig. 3.21. – Evolução do Indicador Janelas nas Instalações Sanitárias em função do ano de construção.

É precisamente isso que acontece na amostra em estudo. Só um T2 (Fig. 3.22.) é que obteve a classificação máxima. Ainda existem alguns casos em que se conseguiram organizar os espaços dos compartimentos de modo a que as instalações sanitárias não ficassem espaços interiores.

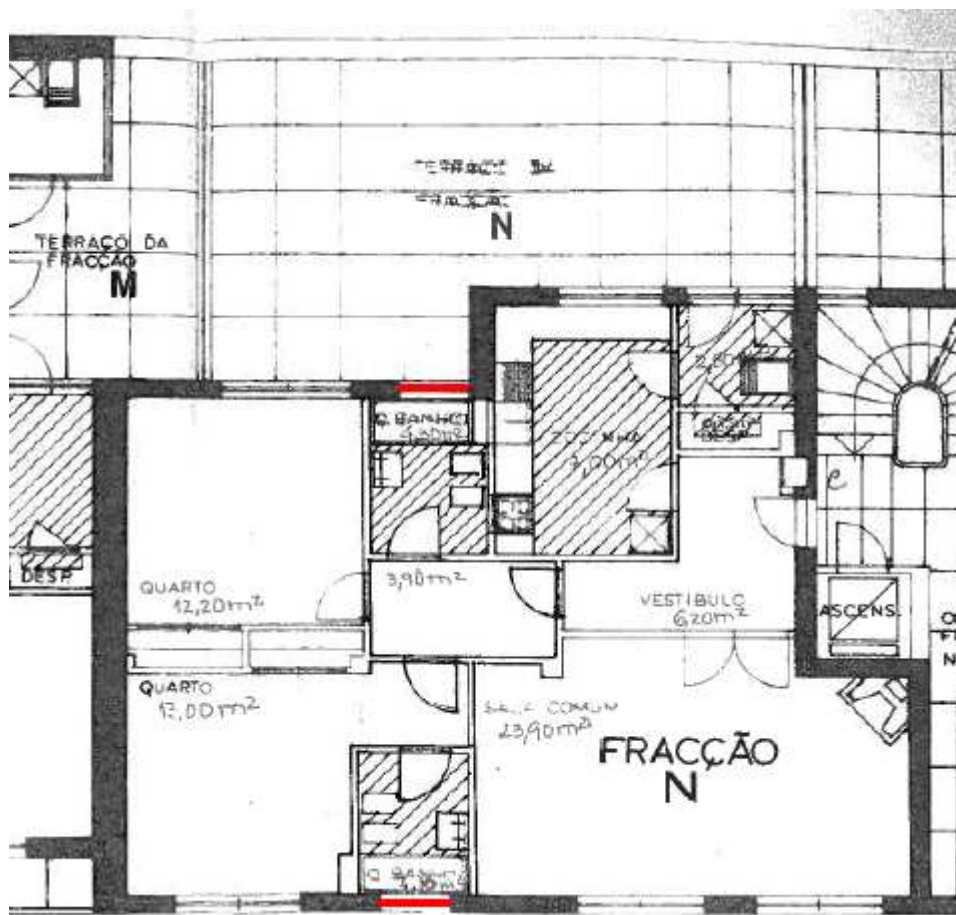


Fig. 3.22. – Janelas nas Instalações Sanitárias do T2, de1989, analisado.

Resumindo:

- grande parte dos edifícios tem instalações sanitárias interiores;
- só nas situações em que a arquitectura do edifício permitiu, é que as instalações sanitárias têm iluminação natural directa.

3.3.2. DURABILIDADE DE MATERIAIS NÃO ESTRUTURAIS

O Objectivo Superior anterior estava, em muitos dos Objectivos-Critério analisados, enquadrado numa regulamentação extensa e abrangente. Na Durabilidade de Materiais Não Estruturais isso já não acontece, apesar de corresponder ao conjunto de situações com manifestações patológicas mais frequentes e que assume os custos mais expressivos.

Na Fig. 3.23. é apresentada uma distribuição das manifestações patológicas por elementos de construção em função dos custos de reparação envolvidos, salientando a importância dos materiais não estruturais.

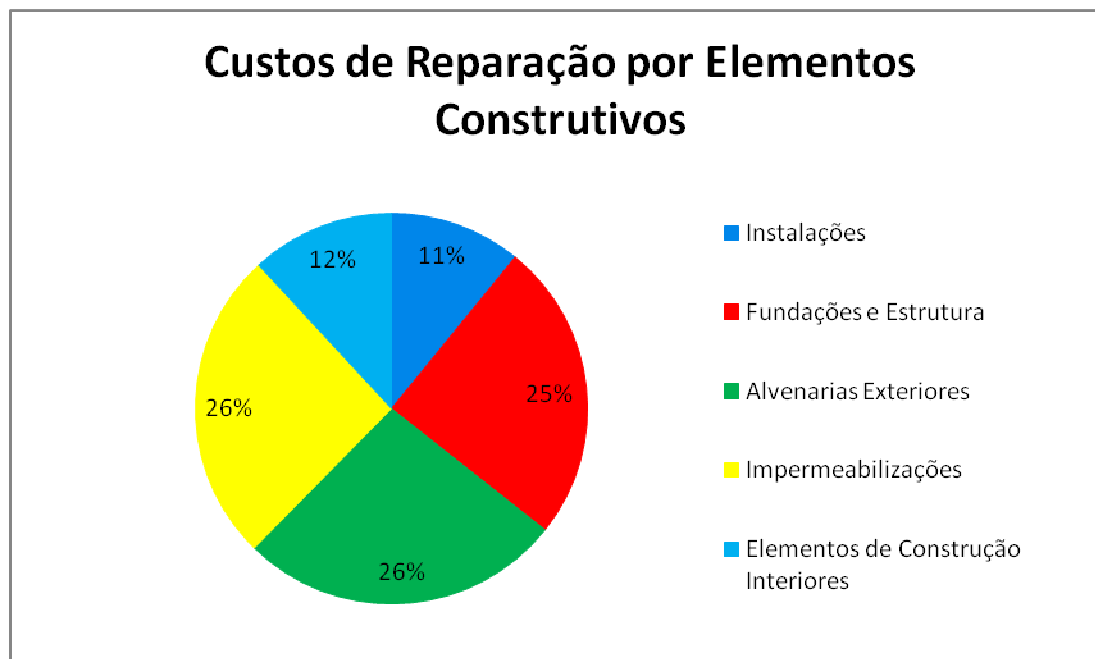


Fig. 3.23. – Distribuição de custos de reparação por elementos construtivos ([29] citado em [5]).

Este Objectivo Superior e os seus Indicadores de Desempenho são baseados no método Qualitel, mas adequados aos casos portugueses.

3.3.2.1. Envolvente Interior

Neste Objectivo Parcial será apenas avaliado o Objectivo-Critério Zonas Privativas. Focar-se-á a capacidade resistente dos revestimentos nas paredes das zonas correntes e nas zonas húmidas. Em qualquer um destes locais, os materiais utilizados deverão ter durabilidade e facilidade de limpeza adequada, sem impor limites muito apertados em termos estéticos.

No Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes, as exigências devem ser maiores, uma vez que, a vertente do aspecto destes assume uma também maior importância. No entanto, a agressão das solicitações destes revestimentos não é de tal maneira elevada que impeça a utilização de materiais tradicionais.

Este Indicador, presente no MC.FEUP, foi obtido conforme o apresentado no Quadro 3.10..

Quadro 3.10. – Avaliação do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes [5].

Nota	Material de revestimento
4	• Placagem de pedra natural • Tijolos ou blocos para acabamento à vista, envernizados ou não • Mosaicos cerâmicos ou de grés • Betão natural, envernizado ou não
3	• Reboco e pintura ou argamassa monocapa com acabamento liso • Papel lavável • Vidro • Cortiça • Madeira dura com acabamento envernizado
2	• Reboco e pintura ou argamassa monocapa com acabamento rugoso • Madeira dura com acabamento natural • Madeira mole com acabamento envernizado
1	• Papel não lavável • Tecido • Madeira mole com acabamento natural

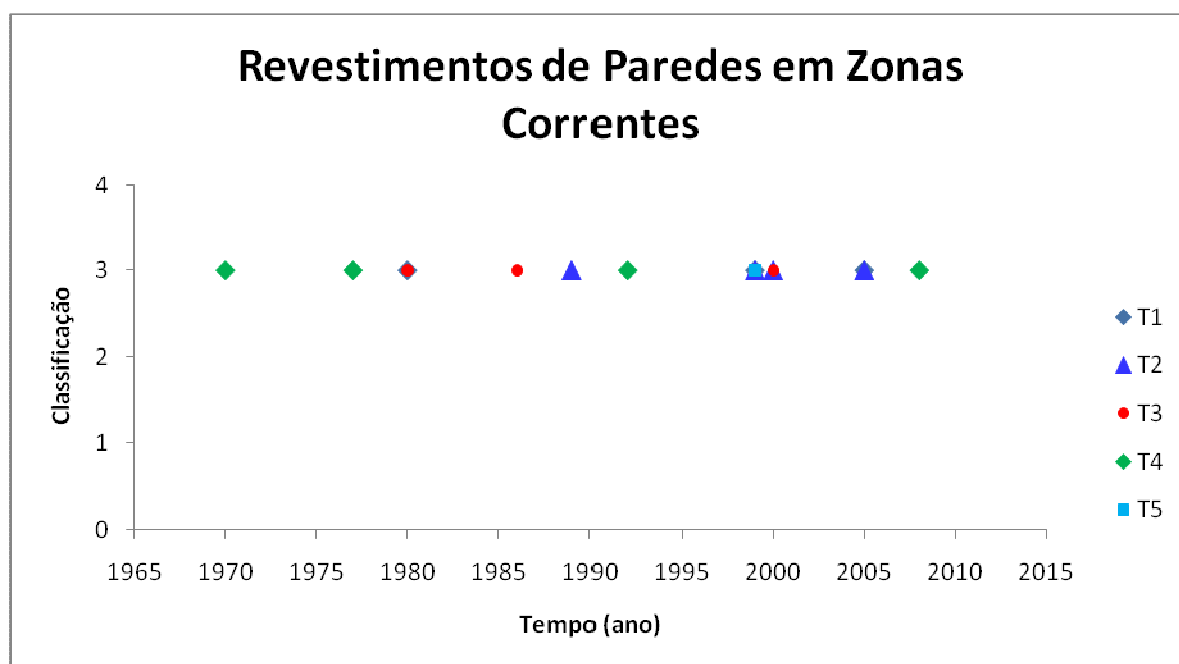


Fig. 3.24. – Evolução do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes.

Todas as habitações têm como revestimento das paredes nesta zona reboco e pintura com acabamento liso. É preciso ter em consideração, que foi utilizado no cálculo aquilo que estava previsto em projecto. Podem ter havido, posteriormente, alterações.

Em suma:

- as paredes das zonas comuns de todas as habitações são revestidas com reboco e pintura de acabamento liso;
- não têm havido alterações do tipo de revestimento.

O Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas privilegia materiais de fácil limpeza e com resistência adequada à humidade de forma a que estes não apresentem um aspecto, precocemente, degradado.

Note-se que, como já foi referido, nestes locais – cozinha, lavandaria e instalações sanitárias – o vapor de água é produzido em grande quantidade, devendo ser tomado em consideração aquando a escolha dos materiais.

Os valores deste Indicador (Fig. 3.25.) foram obtidos pelo proposto na metodologia MC.FEUP (Quadro 3.11.).

Quadro 3.11. – Avaliação do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas [5].

Nota	Material de revestimento
4	• mosaicos cerâmicos e de grés • marmorite • estratificados e laminados em placas (com colagem dupla e cordão de estanquicidade periférico) • pedras naturais
3	• madeira lacada em fábrica • pintura com emulsão vinílica-acrílica brilhante ou mate (2 demãos) • pintura anti-fungos (2 demãos) • madeira envernizada (2 demãos)
2	• corticite (específica para zonas húmidas) • revestimento vinílico
1	• papel lavável • rebocos projectados • madeira envernizada (1 demão)
0	• madeira natural • pintura com emulsão vinílica-acrílica brilhante ou mate (1 demão) • pintura anti-fungos (1 demão)

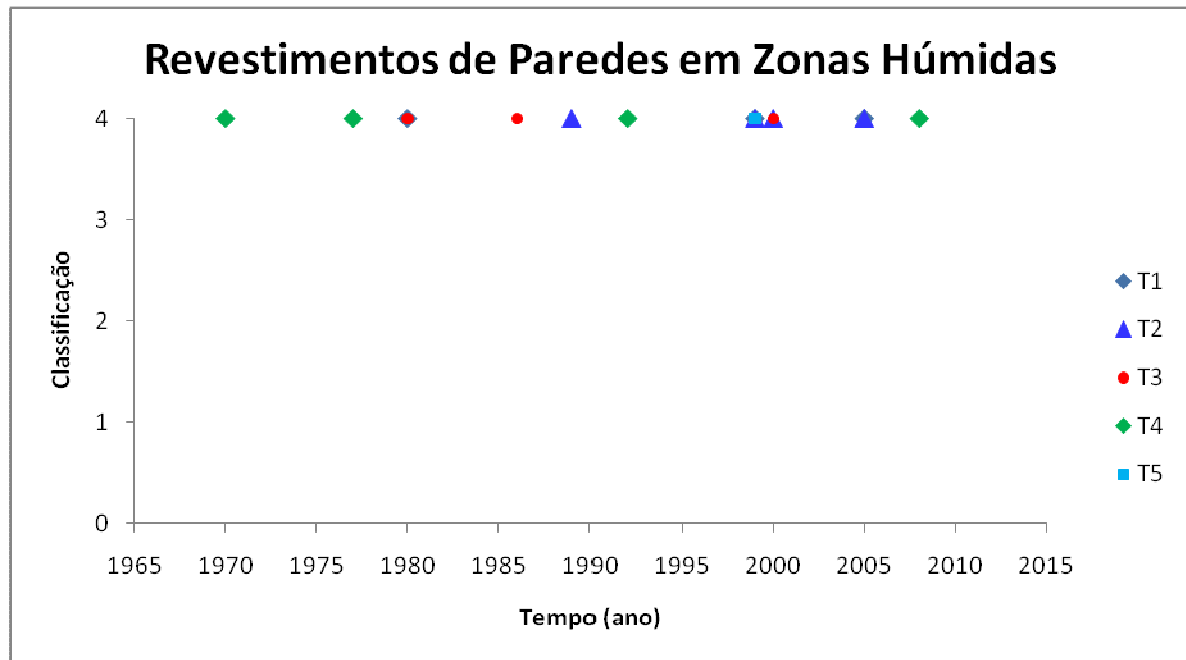


Fig. 3.25. – Evolução do Indicador Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas em função do ano de construção.

Nas fracções estudadas, os revestimentos de paredes nestas zonas são mosaicos cerâmicos. Porém, também se observa, em alguns casos, pedras naturais e marmorites. Independentemente das situações referidas, a nota é quatro.

Sumariamente:

- os revestimentos das zonas húmidas são ou mosaicos cerâmicos ou pedras naturais e marmorites;
- não têm havido alterações.

3.3.2.2. Envolvente Exterior

Este Objectivo Parcial será analisado apenas nas componentes verticais que compõem a envolvente exterior. Sendo assim, no Objectivo-Critério Fachadas ter-se-á em consideração a durabilidade dos elementos de construção existentes e aplicados nas zonas opacas, caixilharias e protecções exteriores de vãos.

A constituição das zonas opacas deve ser de durabilidade elevada e de fácil manutenção do aspecto original, de forma a evitar trabalhos, com alguma frequência, de conservação e de limpeza. Note-se que a este elemento estão associados custos de trabalhos elevados, uma vez que a sua superfície é considerável. Por outro lado, cabe a todo o condomínio a sua reparação e conservação. Esta situação gera, muito frequentemente, divergências entre os utilizadores. Sendo assim, a metodologia MC.FEUP na sequência do método Qualitel, propõe que sejam tomados em consideração a durabilidade do suporte e o revestimento propriamente dito (Quadro 3.12.).

Quadro 3.12. – Avaliação do Indicador Soluções Construtivas das Zonas Opacas [5].

Revestimentos Tradicionais							
SUPORTE	Nota						
	nenhum	pintado	reboco de ligantes hidráulicos (2 camadas)			cerâmico	placagem de pedra natural fixa por peças metálicas
			natural	pintado	3ª camada decorativa		
• painéis pesados prefabricados	3	2	3	2	4	4	4
• betão moldado	■	2	3	2	4	4	4
• betão aparente	4	■	■	■	■	■	■
• blocos de betão de inertes leves ou betão celular	■	■	3	2	4	■	■
• alvenaria de pedra	4	■	■	■	■	■	■
• blocos de cimento maciços ou furados	■	■	3	2	4	3	4
• blocos de cimento para acabamento à vista	4	■	■	■	■	■	■
• tijolo maciço ou furado	■	■	3	2	4	3	4
• tijolo maciço ou perfurado para acabamento à vista	4	■	3	2	4	3	4

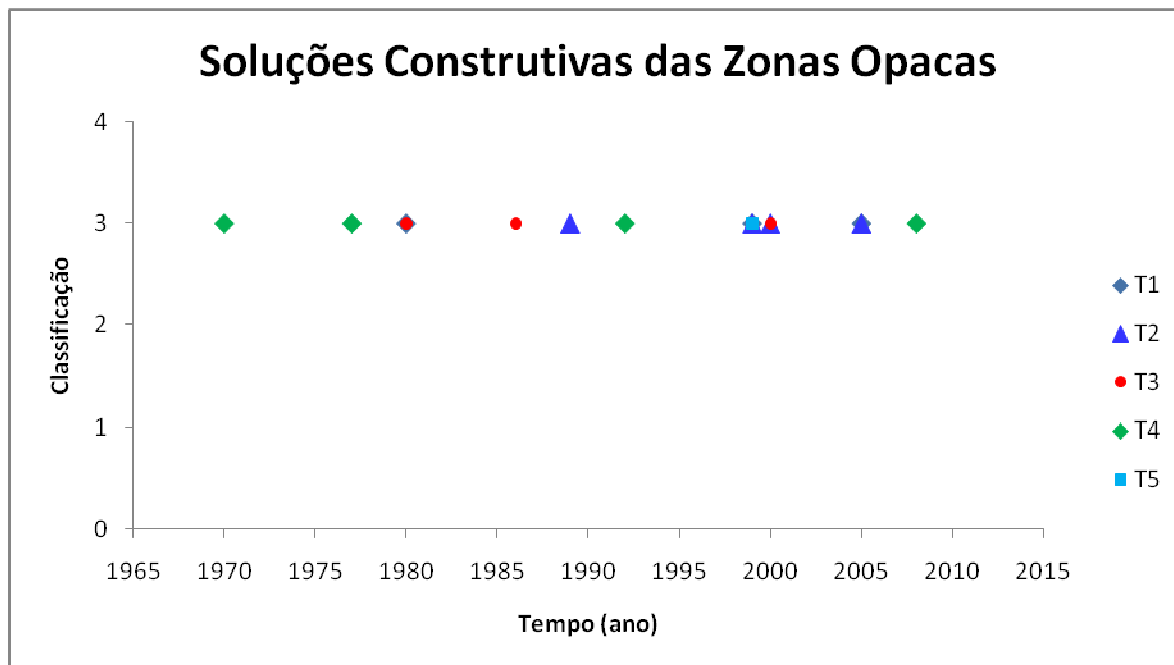


Fig. 3.26. – Evolução do Indicador Soluções Construtivas das Zonas Opacas em função do ano de construção.

Na Fig. 3.26., são apresentados os resultados referentes à amostra estudada. Em todas as habitações analisadas, o suporte é tijolo furado revestido a material cerâmico, isto equivale, segundo o critério considerado, à classificação três.

Em suma:

- Não houveram alterações ao longo dos anos nem do tipo de suporte – tijolo – nem do tipo de revestimento – material cerâmico.

Tal como o Indicador Soluções Construtivas de Zonas Opacas, o Indicador Tipo de Caixilharias compreende duas vertentes: a durabilidade do material do caixilho e a sua manutenção. Este elemento deverá ser constituído por materiais de resistência adequada às solicitações de funcionamento e às acções ambientais, com sistemas de tratamento de superfícies e junções compatíveis.

Esta avaliação é muito superficial. Ao contrário de outros países, Portugal é muito deficiente no que toca à certificação de caixilharias. Só através de ensaios em laboratório é que seria razoável atribuir um nível de qualidade. Mesmo assim, pelas vertentes atrás referidas ir-se-á atribuir uma classificação (Quadro 3.13.) ainda que aproximada.

Existe um aspecto que não é abordado pelo método MC.FEUP – a importância de um correcto estudo estrutural para grandes vão ou com grandes exposições ao vento. Muitas vezes são utilizados perfis desadequados, escolhidos, fundamentalmente, por razões estéticas, que não conseguem dar resposta às solicitações apresentadas, originando deformações e, consequentemente, problemas de estanquidade e de permeabilidade.

Quadro 3.13. – Avaliação do Indicador Tipo de Caixilharias [5].

MATERIAL	Nota					
	Acabamento					
	natural	envernizado	pintado	lacado	anodizado	plastificado
madeira	■	1	1	■	■	■
aço galvanizado	2	■	2	3	■	3
aço inoxidável	4	■	■	■	■	■
perfil PVC ou poliuretano	4	■	■	■	■	■
alumínio ou liga leve	■	3	■	3	4	■

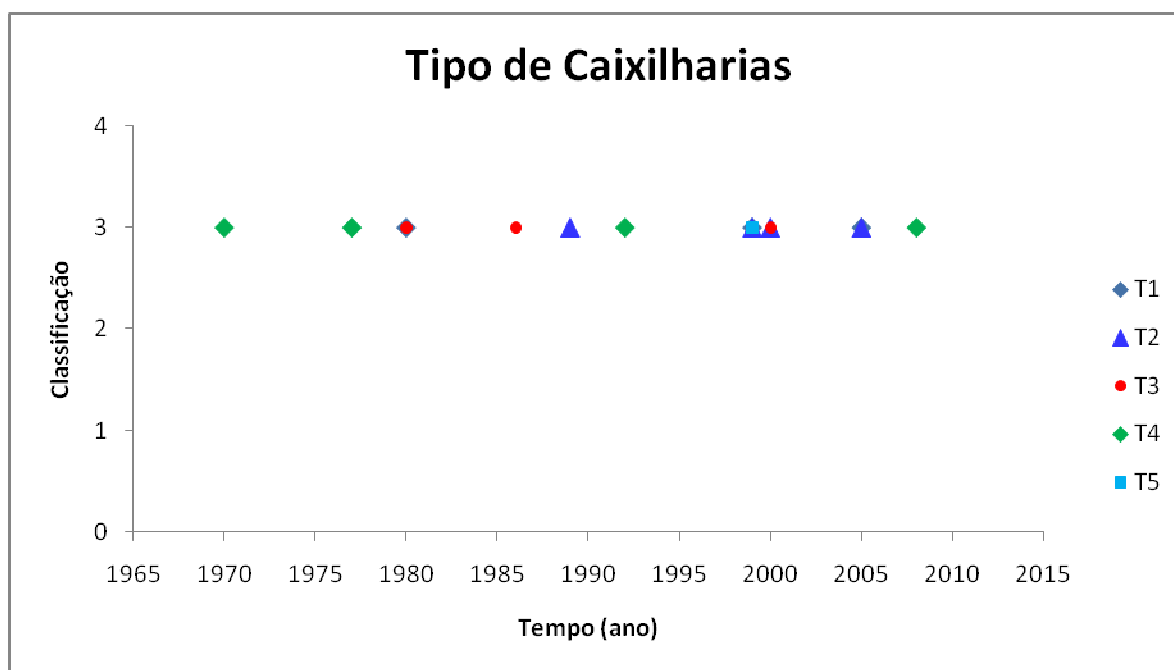


Fig. 3.27. – Evolução do Indicador Tipo de Caixilharias em função do ano de construção.

As caixilharias dos edifícios analisados são de alumínio envernizado, o que corresponde à nota três. Não houve qualquer tipo de alteração desde o início do intervalo de tempo em estudo.

Resumindo:

- as caixilharias são, desde 1970, sem excepção, de alumínio envernizado.

As protecções exteriores de vãos devem ter uma resistência compatível com a agressividade climática que suportam, assim como, o impacto das manobras previsíveis.

A escala de avaliação proposta em [5] no Quadro 3.14. dá ênfase a soluções de materiais como o PVC ou metal com acabamentos naturais ou aplicados em fábrica, conseguindo assim ter um maior controlo sobre a qualidade do produto.

Quadro 3.14. – Avaliação do Indicador Tipo de Protecções de Vãos Exteriores [5].

MATERIAL	Nota					
	Acabamento					
	natural	envernizado	pintado	lacado	anodizado	plastificado
madeira	■	1	1	■	■	■
aço galvanizado	2	■	2	3	■	3
PVC	4	■	■	■	■	■
alumínio ou liga leve	2	1	■	1	2	■

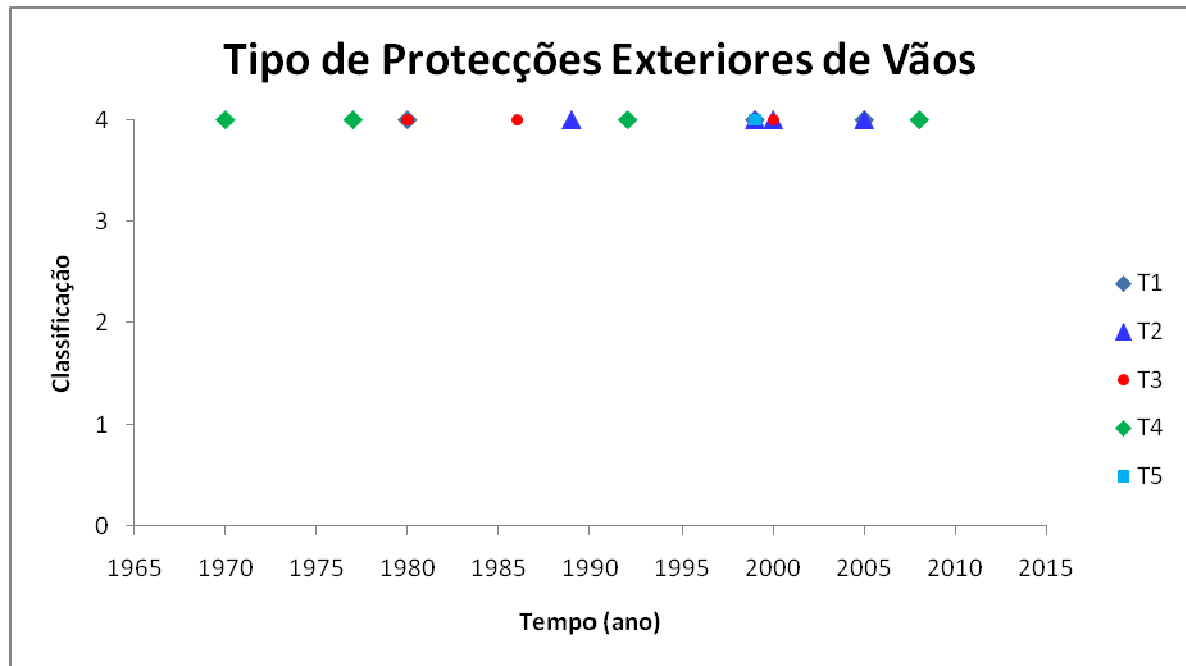


Fig. 3.28. – Evolução do Indicador Tipo de Protecções Exteriores de Vãos em função do ano de construção.

Como em grande parte do nosso país, as protecções exteriores de vãos utilizadas são estores plásticos, ou seja, de PVC com acabamento natural. Estas têm um comportamento razoável com manutenção de baixa periodicidade.

Em suma:

- as protecções exteriores são, para toda a amostra, de PVC com acabamento natural.

3.4. EFICIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS

3.4.1. CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS

Os espaços e dimensões de uma determinada fracção devem ser dos únicos pontos que um utilizador comum consegue avaliar. Este será, talvez, o Objectivo Superior em que a quantificação da qualidade mais se aproxima do domínio da subjectividade, isto é, nem todos os utentes preferem zonas comuns de grandes dimensões e zonas individuais de pequenas áreas. Os Indicadores associados à Concepção Espacial de Zonas Privativas são descritos pela metodologia MC.FEUP. Porém, não se procederá à transformação dos valores em classificações.

Ao contrário, da maioria das outras especialidades, a concepção arquitectónica não se encontra restrita à acção dos Arquitectos. No entanto, prevê-se para breve a alteração desta legislação, não para a eliminação completa da intervenção dos outros profissionais da área diplomados no desenvolvimento de projectos de Arquitectura, mas para uma definição mais rigorosa dos campos de acção.

A regulamentação portuguesa no âmbito da concepção, organização e dimensionamento de espaços habitacionais é, desde 1951, o Regulamento Geral de Edificações Urbanas – RGEU. Ao longo de muitos anos, à excepção de alguns articulados, este regulamento manteve-se inalterado. Sendo assim, na maioria dos edifícios em estudo, os Arquitectos respondiam às mesmas condicionantes legais.

3.4.1.1. Áreas de Compartimentos

A área dos compartimentos é um dos factores mais relevantes na compra de uma habitação. É um ponto que facilmente é observado pelo utilizador e que vai interferir na escolha de determinada fracção.

Os espaços individuais são, provavelmente, as zonas piores dimensionadas nas habitações portuguesas. Geralmente, existe um grande quarto de dormir – suite - e uma sala de grandes dimensões tendo os outros compartimentos pequenas áreas. Esta situação é desajustada aos hábitos familiares portugueses, em que normalmente a maior das zonas individuais é ocupada por aqueles que aí passam menos tempo.

O valor medido para o Indicador Área das Zonas Individuais compreende a superfície total, pelo perímetro interior das paredes, dos quarto de dormir e de trabalho, incluindo a superfície dos armários fixos, não se considerando nichos de dimensões inferiores a 0,60 m de largura e/ou 0,30 m de profundidade e a área para a abertura de portas correspondente a $0,785L^2$, em que L é a largura da porta. Por outro lado, nos compartimentos com tectos inclinados, apenas se avaliam as superfícies com um pé-direito igual ou superior a 1,50 m [5].

Como, para um utilizador comum, não existe uma ligação directa entre as dimensões dos quartos e as tipologias, ou seja, um quarto de um T1 não é necessariamente mais pequeno que um quarto de uma tipologia mais elevada, estas foram avaliadas por compartimento (Fig. 3.29.) e não, como o sugerido em [5], pelo somatório das superfícies de todas as zonas individuais.

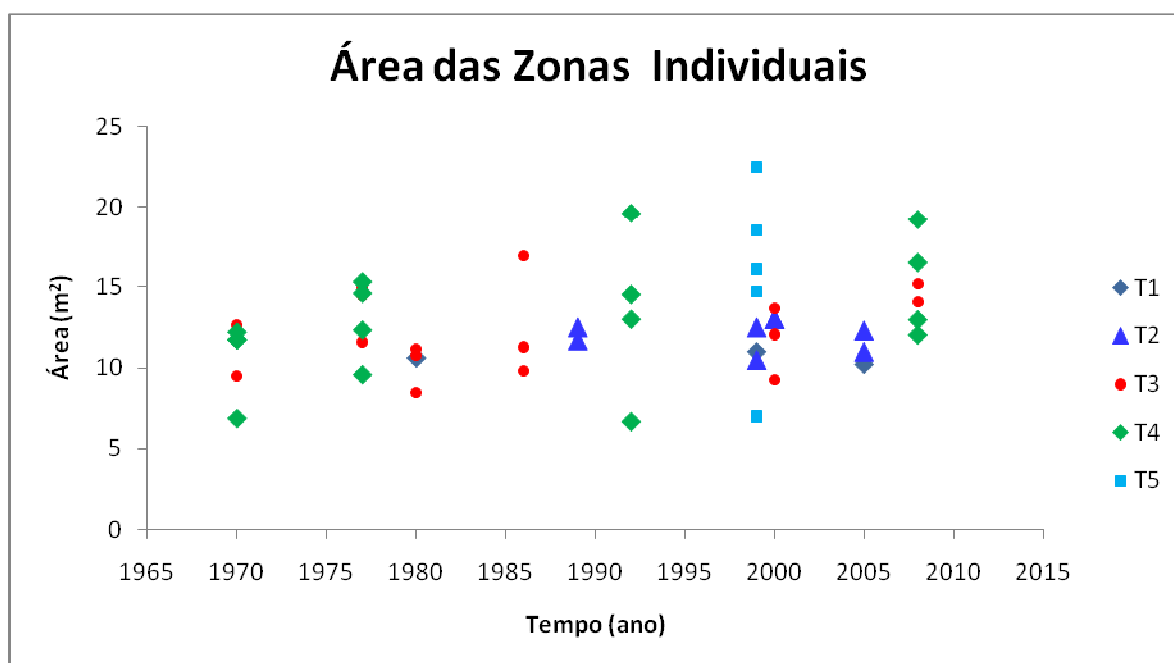


Fig. 3.29. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais em função do ano de construção.

Através dos resultados apresentados, observa-se que as áreas das zonas individuais nas tipologias mais pequenas, T1 e T2, não sofrem grandes variações em função do ano de construção do edifício. Por outro lado, os quartos dos T3 estão a tender para um crescimento, ainda que pouco expressivo, das

suas dimensões. Esta evolução é muito mais acentuada quando se refere ao intervalo de 1970 a 1992 na tipologia T4, mantendo-se a partir daí mais ou menos estável.

Por observação da Fig. 3.29., também se pode concluir que o maior quarto de cada tipologia é maior do que o mesmo da tipologia imediatamente menor, isto é, o maior quarto do T5 é maior do que o do T4, e por aí adiante.

Uma das situações sugerida pelo método MC.FEUP e que no presente trabalho não foi considerada mais uma vez pela razão da individualidade na avaliação de cada zona, é a relação entre as diferentes áreas das zonas individuais existentes na fracção, com o objectivo de não existir distribuições de superfícies não homogéneas entre estes compartimentos.

Resumindo:

- as tipologias T1 e T2 não sofreram alterações de superfícies das zonas individuais;
- a tipologia T3 está a tender para um ligeiro crescimento;
- a tipologia T4 teve, entre 1970 e 1992, um crescimento acentuado mantendo-se estável a partir daí;
- o maior quarto da tipologia T5 é maior do que o dos T4 e este maior do que o do T3, e assim consecutivamente.

A superfície das zonas comuns deverá permitir diferentes disposições de mobiliário além de possibilitar a movimentação e a utilização com versatilidade [5]. Sendo assim, o Indicador foi calculado do mesmo modo que o das zonas individuais, com uma excepção: para as tipologias T2 e superiores, quando existe um trajecto de acesso a outros espaços que atravessa estas zonas deve ser retirado ao valor calculado uma superfície igual ao caminho mais directo multiplicado por uma largura do 0,90 m.

Os resultados são apresentados na Fig. 3.30..

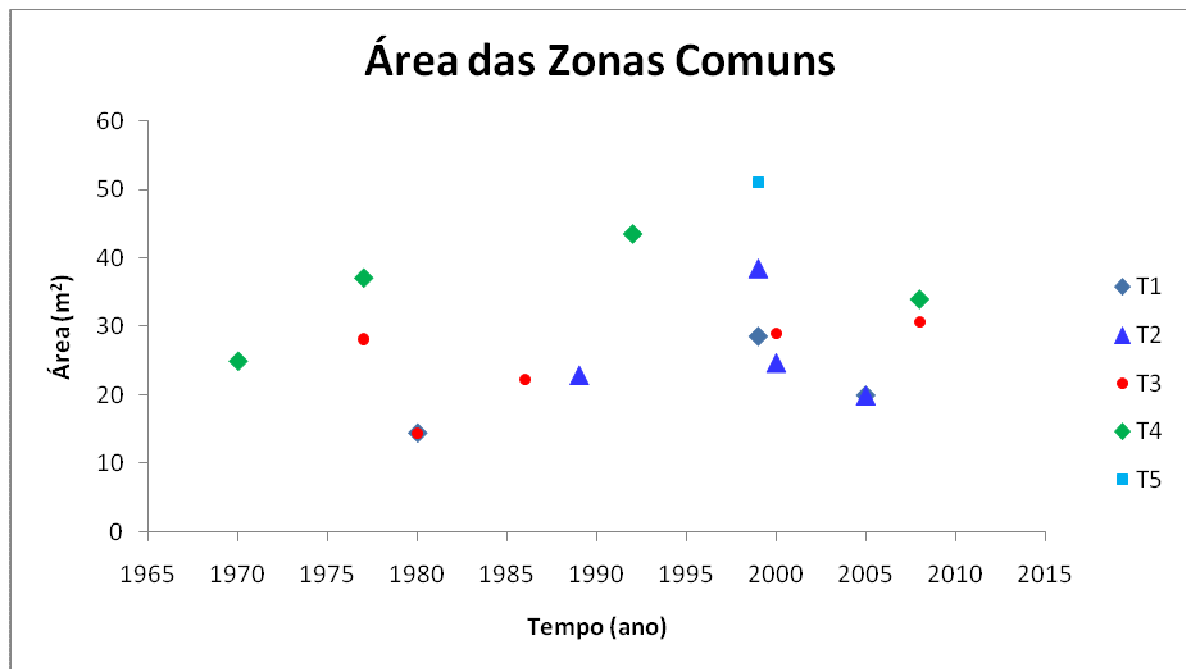


Fig. 3.30. – Evolução do Indicador Área das Zonas Comuns em função do ano de construção.

Neste Indicador, ao contrário do que se passou nas zonas individuais, nem sempre as maiores tipologias correspondem a maiores áreas de zonas comuns, por exemplo, o maior dos espaços comuns de todos os T2 analisados é maior do que o mesmo na tipologia T3.

As tipologias T4, neste aspecto, tiveram uma evolução positiva até aos inícios da década de 90 mas a partir daí, as superfícies comuns diminuíram. Os T3, desde 1986, têm sofrido um crescimento não muito acentuado face aos outros resultados. No caso dos T1, não será muito correcto retirar conclusões destes resultados, uma vez que, a amostra analisada compreende apenas três apartamentos que apresentam uma grande dispersão de valores de áreas das zonas comuns.

Em suma:

- os T4 evoluíram positiva até à década de 90, tendo a partir daí diminuído;
- a tipologia T3 tem crescido, desde 1986, de forma pouco acentuada;
- os T1 apresentam grande diversidade de valores;
- as maiores tipologias não correspondem a maiores áreas de zonas comuns.

No caso das cozinhas, a sua área deverá permitir versatilidade de instalação de equipamentos e mobiliário, facilitando uma utilização múltipla nas diversas fases da vida quotidiana familiar [5]. Mais uma vez, o Indicador Área da Cozinha foi obtido do mesmo modo que o Indicador Área das Zonas Individuais. No entanto, se estas áreas acumularem também a função lavagem de roupa deduziu-se 1 m² para esse efeito.

Foram obtidos os valores da Fig. 3.31..

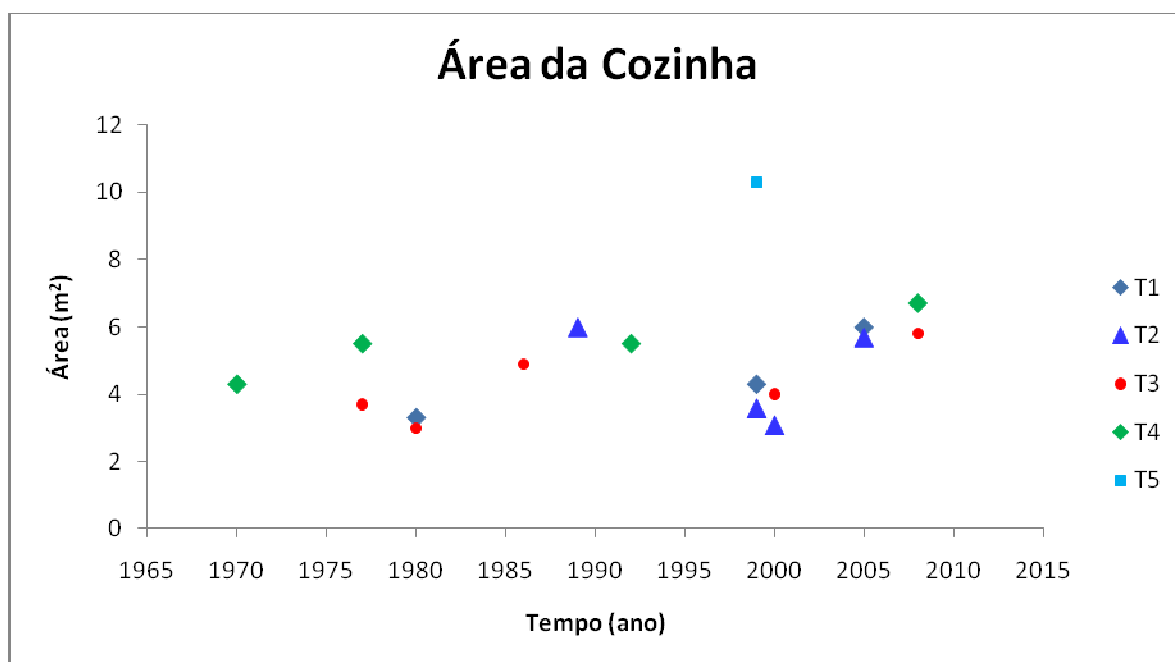


Fig. 3.31. – Evolução do Indicador Área da Cozinha em função do ano de construção.

As áreas das cozinhas são tendencialmente elevadas. Na realidade, mais de metade das famílias portuguesas gostariam de utilizar a cozinha para a realização de refeições ([30] citado em [5]).

Na amostra estudada, as cozinhas dos T1 têm sofrido um aumento da sua superfície. Por outro lado, nos T2 a área diminui significativamente na década de 90, aumentando posteriormente para aproximadamente o dobro. As tipologias T3 e T4 têm evoluído de forma positiva. A cozinha do T5 analisado é nitidamente maior do que as das outras tipologias. À semelhança do que se passa nas zonas comuns, nem sempre as habitações de maior tipologia têm maiores cozinhas. Por exemplo, existe, na amostra estudada, um T2 com maior superfície destinada a este compartimento do que todos os outros T3.

Sumariamente:

- as superfícies das cozinhas das tipologias T1 têm aumentado;
- nos T2, o valor deste Indicador decresce na década de 90 e aumenta para o dobro a partir dessa data;
- os T3 e os T4 têm sofrido um aumento pouco significativo da área das suas cozinhas;
- as maiores tipologias não correspondem às maiores áreas das cozinhas.

Pela metodologia apresentada em [5], a superfície das instalações sanitárias deve permitir a instalação dos diversos equipamentos e de mobiliário de apoio, para além de possibilitar a circulação das pessoas sem constrangimentos.

O valor a medir (Fig. 3.32.) corresponde à superfície, pelo perímetro interior das paredes, de cada instalação sanitária. Nos compartimentos com tectos inclinados, apenas se considerou as áreas com pé-direito igual ou superior a 1,50 m.

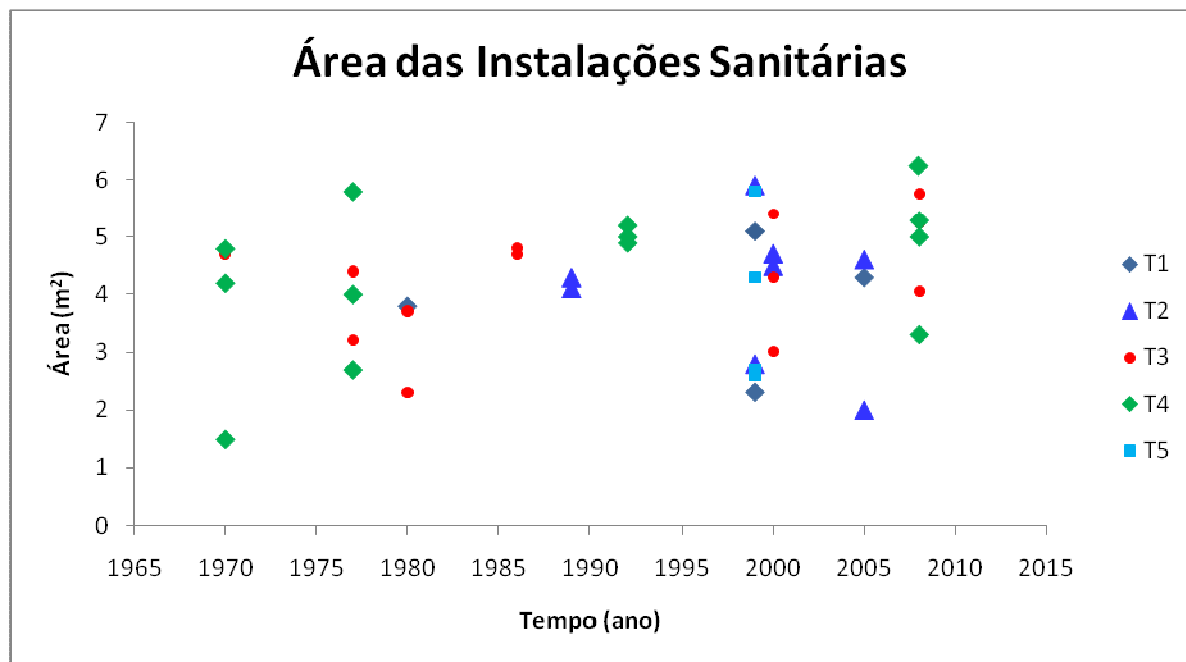


Fig. 3.32. – Evolução do Indicador Área das Instalações Sanitárias em função do ano de construção.

À semelhança do que foi feito para o Indicador Área das Zonas Individuais e pelos mesmos motivos, foram consideradas cada instalação sanitária individualmente.

Pela Fig. 3.32., pode-se concluir que não existem grandes diferenças em termos de tamanho para as várias tipologias. Na maioria dos casos, o que se altera é o número de instalações sanitárias,

correspondendo a uma ou duas para os T1, duas para os T2, duas ou três para os T3, três ou quatro para os T4 e quatro para o T5. Em algumas fracções, existe, para além das instalações sanitárias tradicionais, um chamado quarto de banho de serviço que não tem banheira nem base de chuveiro, correspondendo, obviamente, a menores áreas.

Resumindo:

- a variabilidade de valores apresentada em cada tipologia é o número de instalações sanitárias e não a sua área;
- as menores áreas de instalações sanitárias correspondem a quartos de banho de serviço.

Os espaços avaliados no Indicador Área dos Arrumos são locais no interior da habitação, medidos pelo perímetro interior das paredes, nos quais se incluem despensa da cozinha, espaços fechados em varandas ou terraços, armários fixos com mais de 0,50 m de profundidade e recantos fechados, ou com possibilidade disso, em zonas de circulação.

A sociedade tendencialmente consumista de hoje, provocou o sentimento de falta de áreas para este fim dos moradores.

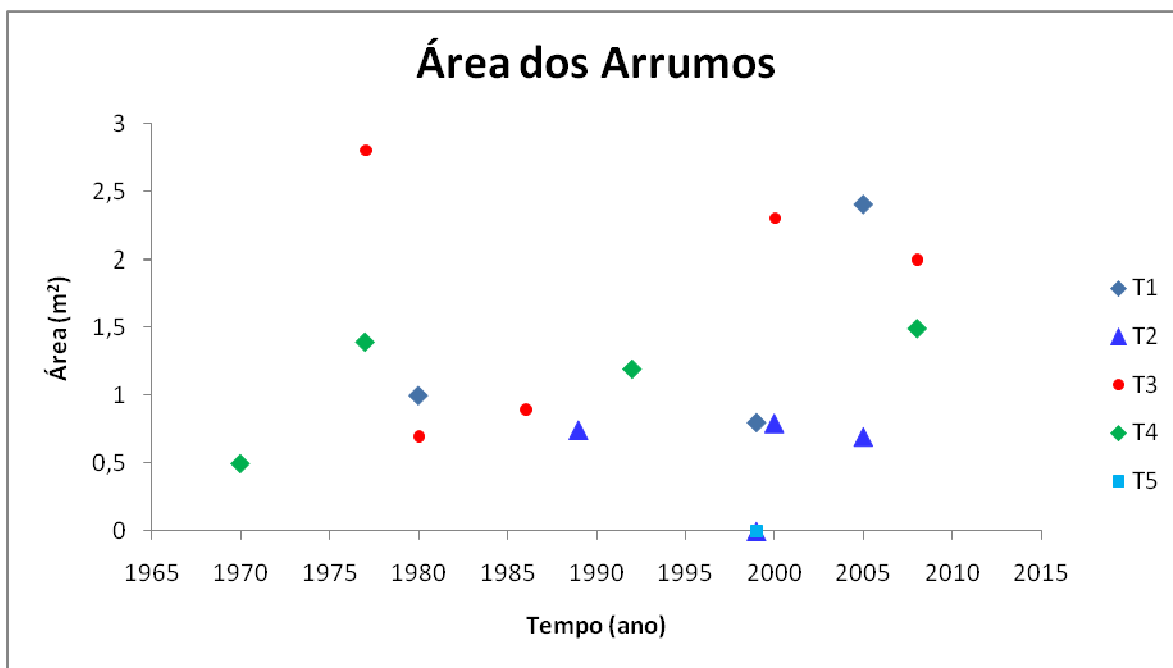


Fig. 3.33. – Evolução do Indicador área dos Arrumos em função do anos de construção.

É interessante observar na Fig. 3.33. que a área dos arrumos é muito variável. Mais uma vez, não são às maiores tipologias que correspondem as maiores áreas de arrumos. A dimensão destes locais prende-se à arquitectura e organização dos espaços. Infelizmente, só existem em situações em que não é possível fazer uso dessas áreas para outras funções.

Em suma:

- existe uma grande diversidade de valores;
- a maior ou menor área de arrumos prende-se à arquitectura e organização de espaços.

A fácil acessibilidade aos diversos compartimentos e a definição das zonas de utilização autónoma da habitação são pontos que as circulações devem cumprir.

Nos projectos portugueses, o espaço destinado às circulações é, em geral, excessivo, ou seja, é corrente encontrarem-se habitações com quartos e salas de áreas algo reduzidas mas sem dispensarem um átrio de entrada, um corredor de distribuição e, até, um segundo átrio de acesso às zonas individuais.

A proposta apresentada em [5], corresponde ao cálculo de um Indicador que resulta da razão entre a superfície pelo perímetro interior das paredes de todas as zonas de circulação, excluindo a superfície dos armários existentes e recantos que possam ser fechados, e a área útil total da habitação. No caso de tipologias T2 e superiores, existindo trajectos de acesso a outros compartimentos que atravessem espaços comuns, foi adicionada à área de circulação uma superfície igual ao caminho mais directo multiplicado por uma largura de 0,90 m.

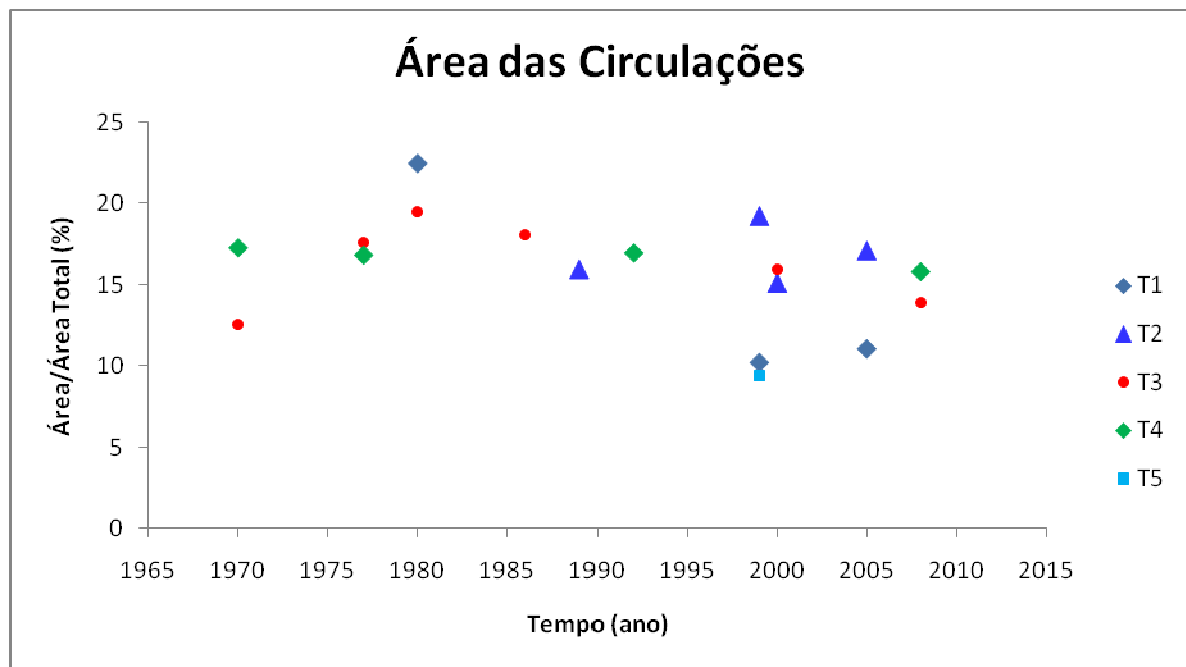


Fig. 3.34. – Evolução do Indicador Área das Circulações em função do ano de construção.

Em geral, a percentagem da área das circulações encontra-se entre 10 e 20%. Enquanto as tipologias T2, T3 e T4 não apresentam grande variabilidade de valores, tendendo as duas últimas para um ligeiro decréscimo, a tipologia T1 varia desde 12% a 22%. O Indicador Área das Circulações toma menor valor para o T5 analisado, uma vez que esta fracção é de desenvolvimento radial funcionando por pequenos átrios de distribuição.

Resumindo:

- na maioria das habitações a proporção da área de circulações está entre 10 e 20%;
- a tipologia T1 é a que apresenta maior variabilidade de valores;
- as tipologias T2, T3 e T4 têm-se mantido quase inalteráveis;

Em cada habitação deve estar previsto um espaço destinado à lavagem e secagem de roupa com uma dimensão adequada ao número previsível de utilizadores. O Indicador Área da Lavandaria e Secagem de Roupa corresponde à superfície, medida pelo perímetro interior das paredes, do espaço destinado para este fim. Os resultados são apresentados na Fig. 3.35..

Para esta actividade é essencial garantir uma determinada área para a secagem de roupa. Situações em que a sua dimensão não é adequada, pode, sobretudo em condições de Inverno, criar uma determinada quantidade de humidade que diminui a durabilidade dos materiais, assim como o seu aspecto. Os casos em que a lavandaria se situa num local não autónomo da cozinha não são desejáveis pelas perturbações de actividades e pelas transmissões de cheiro.

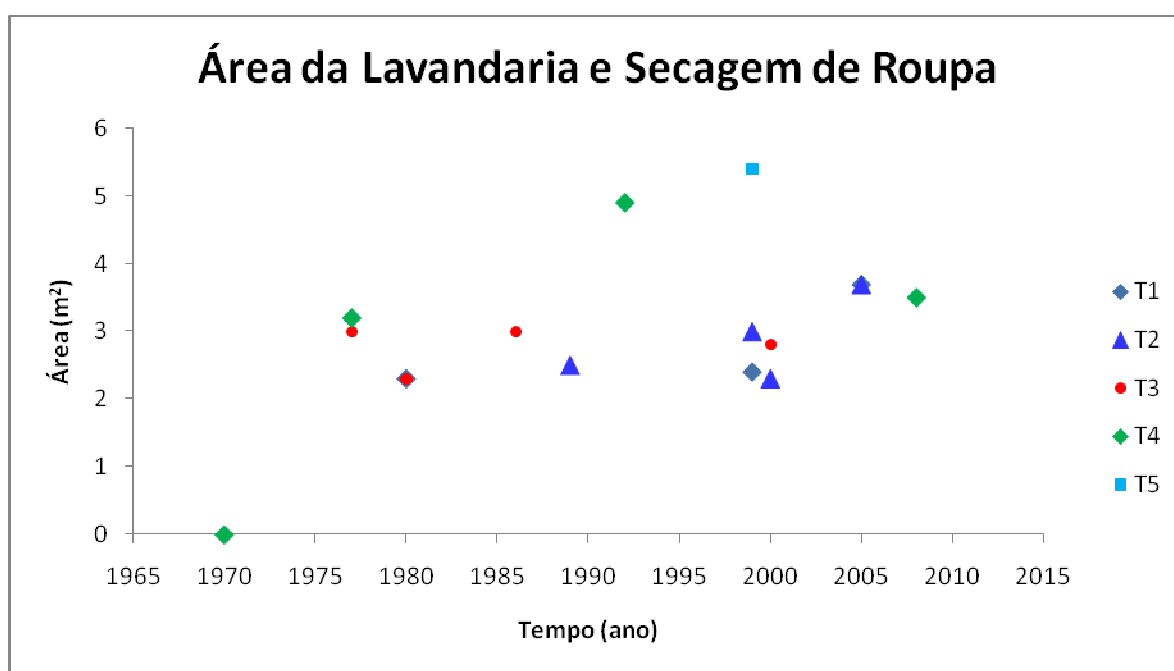


Fig. 3.35. – Evolução do Indicador Área da Lavandaria e Secagem de Roupa em função do ano de construção.

Nos casos em estudo, o número de utilizadores e a dimensão das zonas de lavandaria e secagem de roupa nem sempre são proporcionais. Este Indicador toma valores muito dispersos o que dificulta a sua tendência em função da tipologia e do ano de construção. Pode-se dizer que, à excepção do T4 de 1992, as áreas destinadas a este fim não apresentam grandes variações desde o final da década de 70 até hoje. O edifício analisado de 1970 que compreende por piso um T4 e um T3, não tinha lavandaria. O tratamento da roupa era feito num prolongamento exterior, como se observa na Fig. 3.36..

Com a criação de novos equipamentos (máquina de secar a roupa, por exemplo) o espaço destinado ao tratamento da roupa deixou de ser tão necessário e de ter tantas exigências.

Em suma:

- os valores deste Indicador são muito dispersos;
- as áreas, em cada tipologia, da lavandaria e secagem de roupa têm-se mantido constante;
- existem duas excepções, em que a lavandaria é no exterior da habitação.

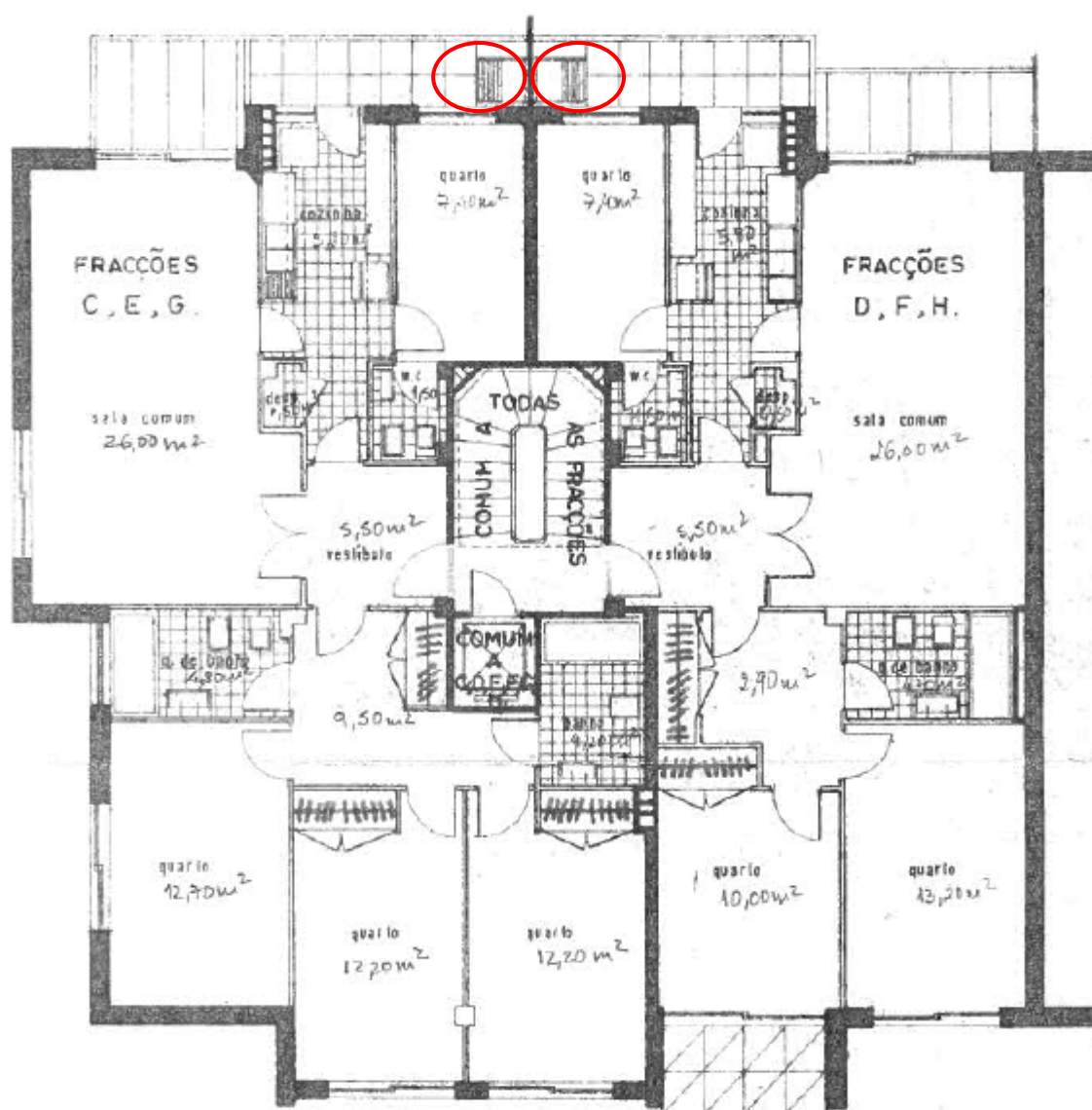


Fig. 3.36. – Lavandaria e Secagem de Roupa no T3 e T4, de 1970, analisado.

Após a análise de cada um dos compartimentos de uma das habitações, procedeu-se ao estudo das áreas úteis totais. Claro que, áreas existentes dependem em muito do local de implantação do edifício, mesmo dentro da mesma cidade.

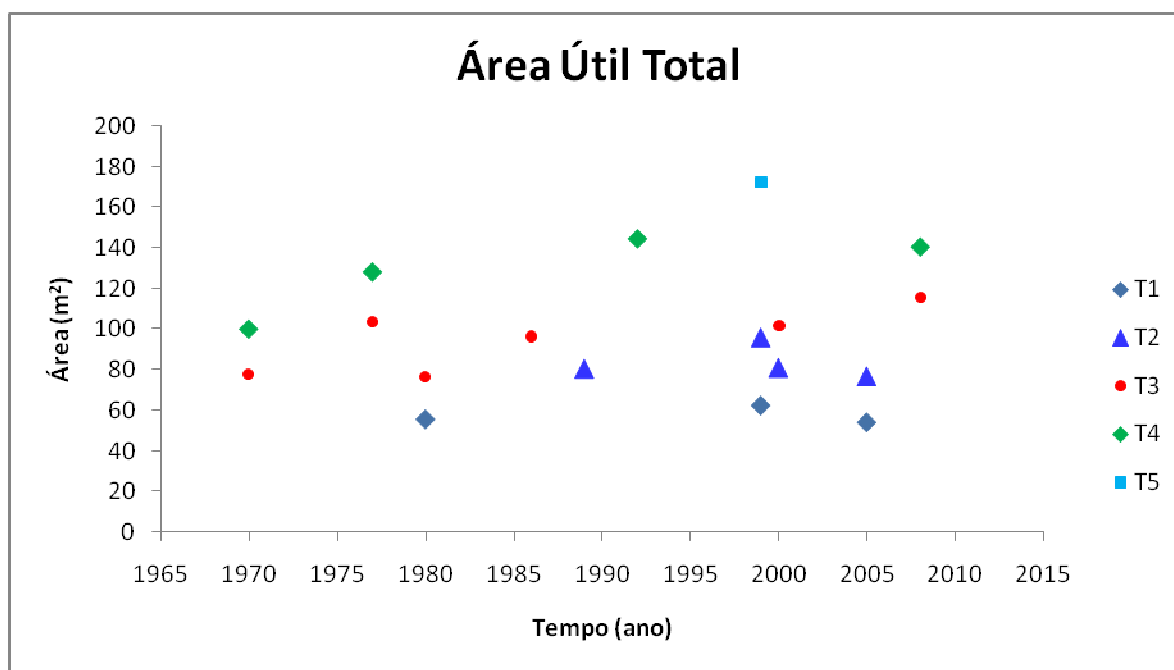


Fig. 3.37. – Evolução do Indicador Área Total em função do ano de construção.

Por observação da Fig. 3.37., conclui-se que as tipologias T1 e T2 não têm sofrido alterações significativas de dimensões. Por outro lado, os T3, após uma queda acentuada no final da década de 70 e início da de 80, têm apresentado uma evolução tendencialmente positiva. Os T4 sofreram um aumento da sua área no início do intervalo estudado. Actualmente, têm apresentado alguma estabilidade de áreas úteis totais.

Sumariamente:

- os T1 e T2 têm mantido a mesma área total;
- os T3, após uma queda acentuada no final dos anos 70, têm apresentado uma evolução tendencialmente positiva;
- a tipologia T4 sofreu um aumento da área total no início do intervalo estudado.

3.4.1.2. Dimensões de Compartimentos

Neste Objectivo-Critério foca-se a facilidade de instalação de mobiliário associada ao modo como os diversos espaços se organizam.

Como foi visto anteriormente, a área destinada a arrumos não é muito elevada. Torna-se assim quase obrigatória a existência de armários que possam superar esta necessidade.

Os espaços individuais devem possuir extensões de paredes planas e sem reentrâncias para este fim. O Indicador Comprimento de Paredes nas Zonas Individuais corresponde ao comprimento das paredes móveis nos espaços individuais, ou seja, que permitam a instalação de mobiliário em, pelo menos, 1,00 m de comprimento, 2,00 m de altura e 0,60 m de profundidade. Às paredes que contactam directamente com uma janela no seu extremo, é deduzido 0,60 m e, do mesmo modo, àquelas que se prolongam atrás das zonas de abertura de portas é deduzido 1,00 m, desde que estas se situem a menos

0,60 m do ângulo. O somatório destes valores é dividido pelo número previsto de ocupantes em cada tipologia [5].

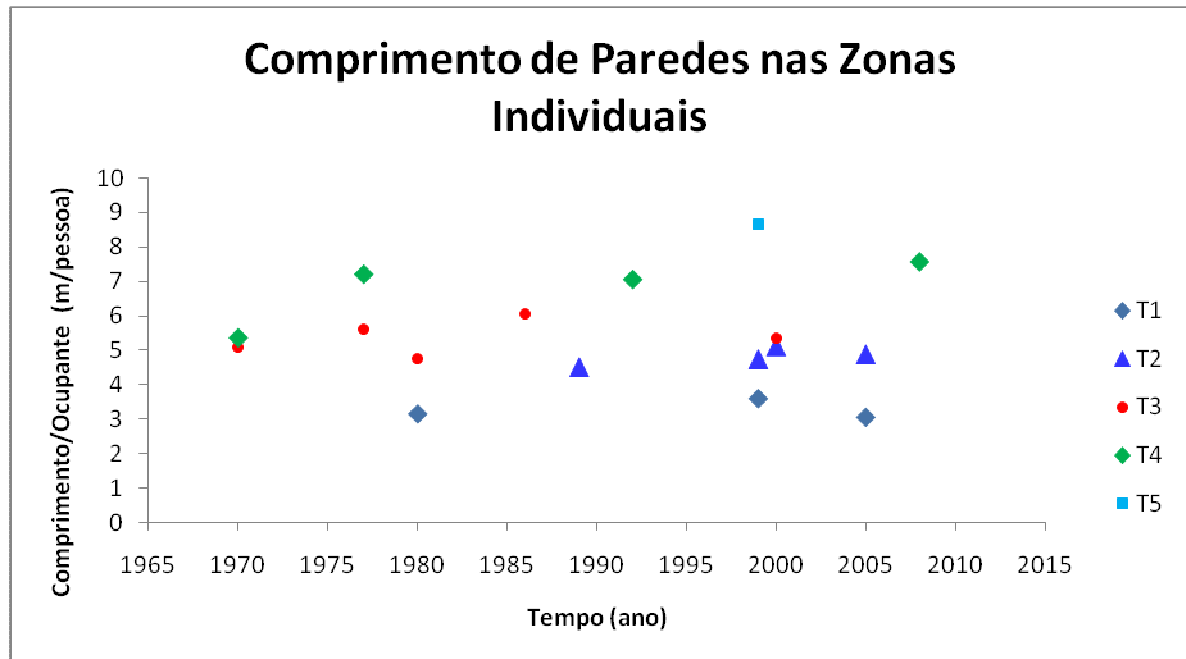


Fig. 3.38. – Evolução do Indicador Comprimento de Paredes nas Zonas Individuais em função do ano de construção.

O valor deste Indicador vai aumentando com a tipologia. No entanto, os comprimentos por ocupante das paredes nas zonas individuais não sofrem grandes variações, em cada tipologia, ao longo dos anos.

Resumindo:

- às maiores tipologias correspondem maiores comprimentos de parede por ocupante;
- dentro das tipologias, o valor deste Indicador tem-se mantido estável.

Da mesma forma que as zonas individuais, as zonas comuns devem possibilitar a versatilidade de instalação de mobiliário mas conseguindo definir, simultaneamente, zonas de utilização múltipla. O Indicador Comprimento de Paredes nas Zonas Comuns é calculado como o Indicador anterior, só que o somatório do comprimento em cada um dos seus compartimentos não é dividido pelo número de ocupantes.

Os valores obtidos para o Indicador em questão encontram-se na Fig. 3.39..

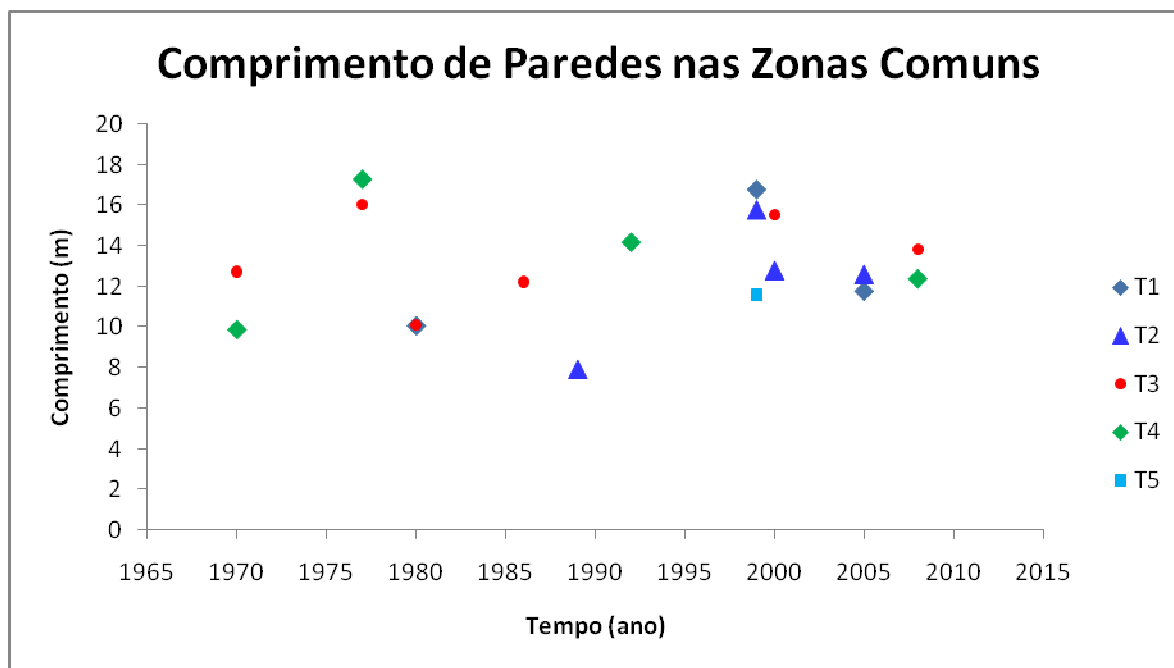


Fig. 3.39. – Evolução do Indicador Comprimento de Paredes nas Zonas Comuns em função do ano de construção.

Neste caso, os resultados já não são tão uniformes. O Indicador toma valores muito dispersos para as várias tipologias. A fracção com maior comprimento de paredes mobiláveis nas zonas comuns é um T4 de 1977 (Fig. 3.40.). A sala de estar tem uma dimensão considerável e apenas tem um vão envidraçado de 2,70 m de comprimento. Note-se que, ao medido na Fig. 3.40. ainda se teria que deduzir 0,60 m, pois um dos topos de uma das parede é coincidente com uma janela.

Por outro lado, o T2 de 1989 tem um valor muito baixo. A sua zona comum apresenta muitas reentrâncias e janelas e, inclusivé, um fogão de sala, conforme se observa na Fig. 3.41.. Mais uma vez, ao valor representado deve ser deduzido as dimensões atrás referidas nos casos apropriados.

Outra situação de relevo é o T5. É importante referir que, embora tenha uma sala de estar com dimensões apreciáveis, a quantidade de janelas é elevada traduzindo-se numa diminuição do comprimento de paredes mobiláveis.

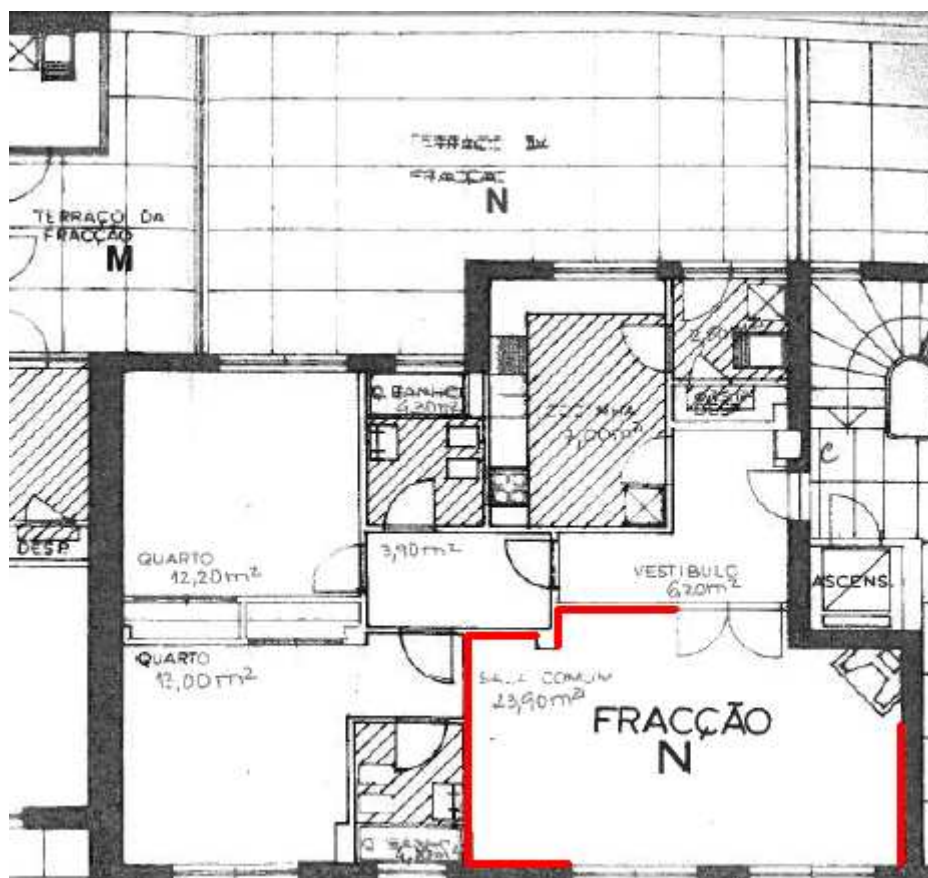


Fig. 3.41. – Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns do T2, de 1989, analisado.

Resumindo:

- o Indicador Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns toma valores muito dispersos, sendo difícil tirar conclusões.

No Indicador Largura das Circulações, são privilegiadas as fracções que tenham trajectos com largura suficiente para a instalação de mobiliário sem comprometer sua a função. O valor a medir corresponde à média, ponderada em relação ao comprimento em que ocorre, das larguras dos corredores e zonas de distribuição. Foram apenas consideradas circulações com desenvolvimento superior a 1,00 m.

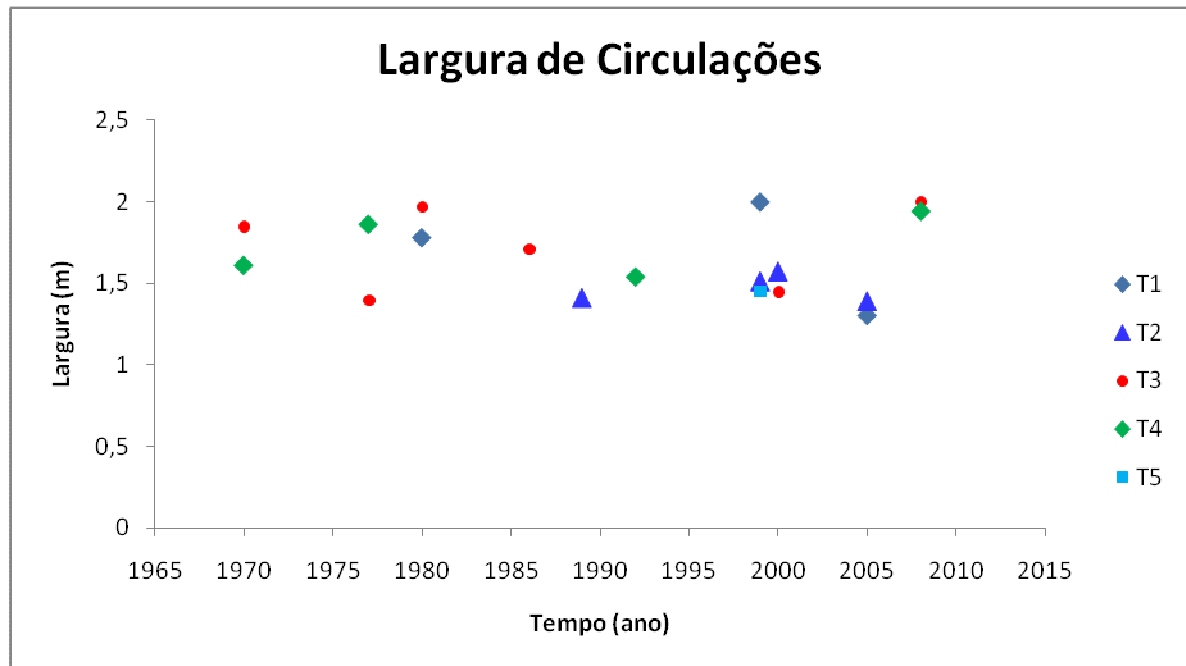


Fig. 3.42. – Evolução do Indicador Largura de Circulações em função do ano de construção.

Como indica a Fig. 3.42., a largura das circulações, em todos os edifícios, está compreendida no intervalo 1,00 m e 2,00 m. Não faz sentido, pela pouca variabilidade que o Indicador apresenta, falar em análise evolutiva. Quase todas as circulações têm largura suficiente para a passagem simultânea de duas pessoas, existindo ainda espaço para um móvel de 0,30 m de profundidade. Esta situação corresponde a uma dimensão superior a 1,20 m.

Em suma:

- a largura das circulações está, para toda a amostra, entre 1,00 e 2,00 m;
- quase todos têm largura suficiente para a passagem simultânea de duas pessoas, existindo uma peça de mobiliário com 0,30 m de profundidade.

A utilização polivalente das varandas e dos terraços assim como a instalação de mobiliário é extremamente complicada. Os regulamentos municipais não permitem, frequentemente, que a função dos prolongamentos exteriores deixe de ter uma função meramente estética.

O Indicador Largura dos Prolongamentos Exteriores resulta da medição da largura útil, entre a parede e os parapeitos, das varandas e terraços. Por vezes, esta não é constante, tendo-se considerado uma média ponderada pela área.

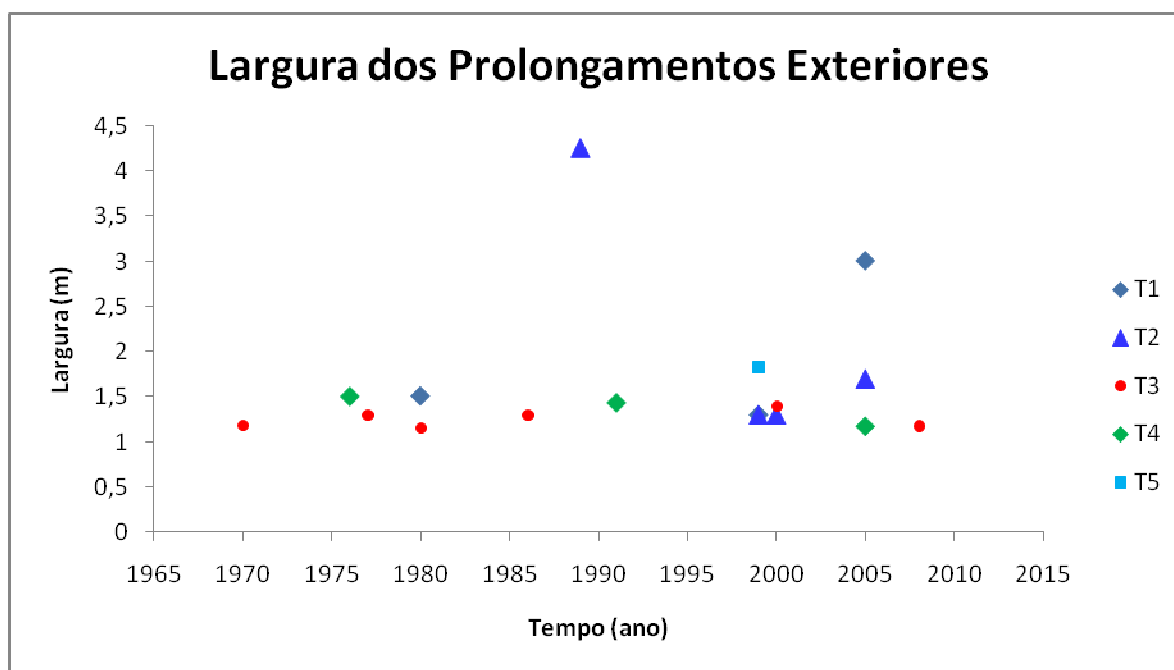


Fig. 3.43. – Evolução do Indicador Largura dos Prolongamentos Exteriores em função do ano de construção.

Em quase todos os edifícios da amostra analisada, a largura dos prolongamentos exteriores não ultrapassa os 2,00 m, à excepção de um T2 de 1989 e de um T1 de 2005, em que ambos têm um terraço, como se observa na Fig. 3.44. e 3.45..

Resumindo:

- à excepção dos edifícios que têm terraços, a largura dos prolongamentos exteriores não ultrapassa os 2,00m

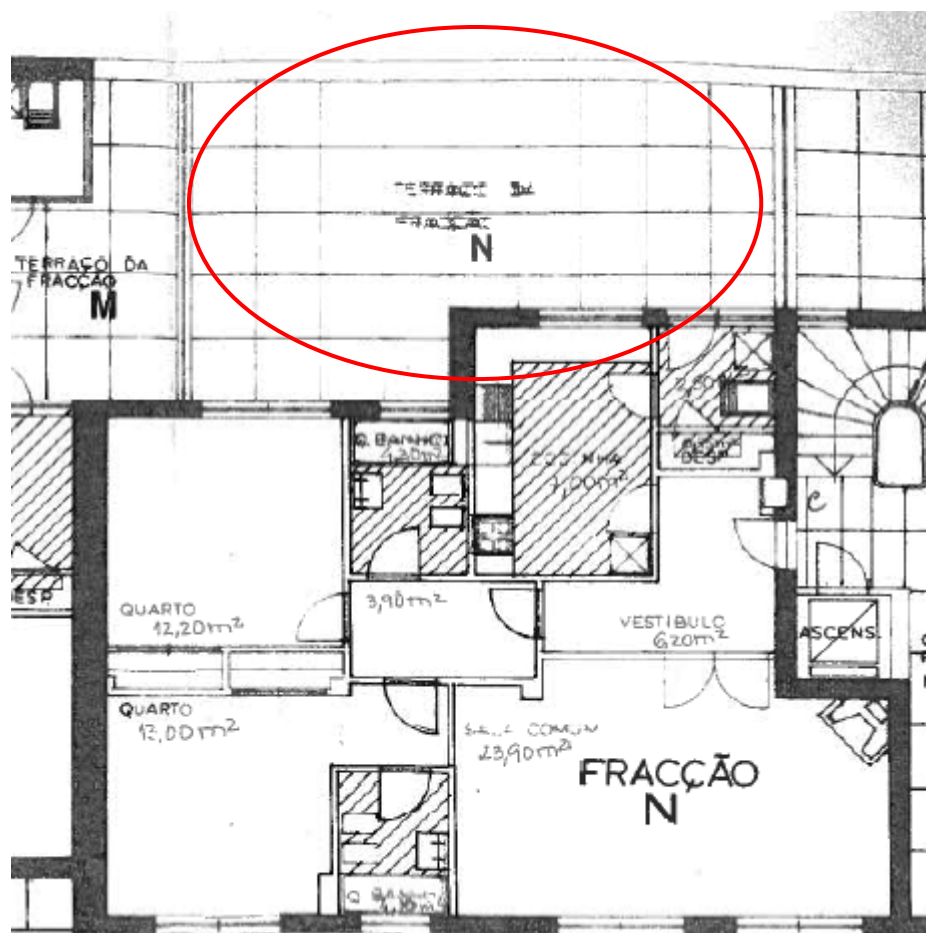


Fig. 3.44. – Prolongamentos Exteriores do T2, de 1989, analisado.

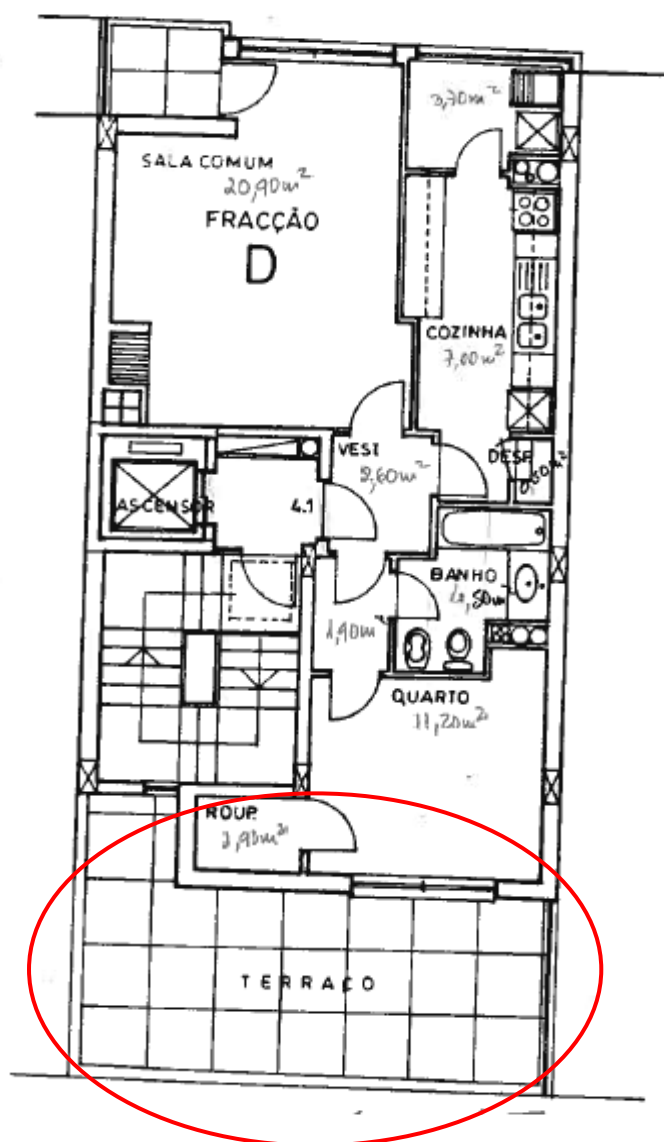


Fig. 3.45. – Prolongamentos Exteriores no T1, de 2005, analisado.

3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Indicadores calculados tentam transmitir uma noção das soluções construtivas e das opções tomadas pelos projectistas dos edifícios, entre 1970 e 2008, da empresa.

As conclusões de cada Indicador são apresentadas nos Quadros 3.15., 3.16., 3.17., 3.18., 3.19. e 3.20.

Quadro 3.15. – Conclusões sobre o Objectivo Parcial Conforto Térmico e respectivos Indicadores.

CONFORTO AMBIENTAL	
CONFORTO TÉRMICO	
CONFORTO TÉRMICO DE INVERNO	
Necessidades Nominais de Aquecimento	Contribuição dos Ganhos Solares
os valores do Nic, em quase todas as habitações, pertencem ao intervalo [10;30] kWh/m ² .ano	a classificação, na maioria dos edifícios, é máxima
existem quatro excepções, situações que se privilegiaram as vistas com grandes janelas	existe uma excepção, em que há muitos ganhos solares para a área de pavimento
todas as fracções estão abaixo do limite regulamentar, Ni	

CONFORTO TÉRMICO DE VERÃO	
Necessidades Nominais de Arrefecimento	Consumo Energético em Situação de Verão
os valores do Nvc estão muito abaixo do limite regulamentar	em todos os edifícios, o valor de Nvc é inferior a metade do Nv
não existem grandes variações, nas fracções analisadas, do Nvc	

Quadro 3.16. – Conclusões sobre o Objectivo Parcial Conforto Acústico e respectivos Indicadores.

CONFORTO AMBIENTAL		
CONFORTO ACÚSTICO		
ISOLAMENTO EM RELAÇÃO A RUÍDOS INTERIORES		
Ruídos de Espaços de Habitações Diferentes	Ruídos de Espaços da Mesma Habitação	Ruídos entre a Habitação e Zonas de Circulação Comum
todos têm um isolamento acústico adequado entre fracções	na maioria dos edifícios este Indicador toma o valor máximo	todas as fracções têm um isolamento acústico adequado
	só o T5, que tem paredes de 0,07 m, é que a nota é 2	

Quadro 3.17. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Iluminação Natural e respectivos Indicadores.

CONFORTO AMBIENTAL		
ILUMINAÇÃO NATURAL		
ZONAS ENVIDRAÇADAS		
Janelas nas Zonas Comuns	Janelas na Cozinha	Janelas nas Instalações Sanitárias
quase todos têm apenas uma janela na zona de estar	na maioria, a cozinha é separada da janela por uma marquise	grande parte dos edifícios têm instalações sanitárias interiores
só quando não são em banda é que têm mais do que uma	existem quatro excepções, permitidas pela arquitectura	as instalações sanitárias só têm janelas se a arquitectura permitir
no T5, foi privilegiado a vista, e possui três orientações		

Quadro 3.18. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Envoltente Interior e respectivos Indicadores.

DURABILIDADE DE MATERIAIS NÃO ESTRUTURAIS	
ENVOLVENTE INTERIOR	
ZONAS PRIVATIVAS	
Revestimentos de Paredes em Zonas Correntes	Revestimentos de Paredes em Zonas Húmidas
as paredes são revestidas com reboco e pintura de acabamento liso	os revestimentos das zonas húmidas são ou mosaicos cerâmicos ou pedras naturais e marmorites
não tem havido alterações do tipo de revestimento com o passar dos anos	não tem havido alterações do tipo de revestimento com o passar dos anos

Quadro 3.19. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Envoltente Exterior e respectivos Indicadores.

DURABILIDADE DE MATERIAIS NÃO ESTRUTURAIS		
ENVOLVENTE EXTERIOR		
FACHADAS		
Soluções Construtivas das Zonas Opacas	Tipo de Caixilharias	Tipo de Protecções Exteriores de Vãos
não houveram alterações do suporte (tijolo) nem do revestimento (material cerâmico)	as caixilharias são, desde 1970, de alumínio envernizado	as protecções exteriores são de PVC com acabamento natural

Quadro 3.20. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Atribuição de Espaços e respectivos Indicadores,

CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS	
ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS	
ÁREAS DE COMPARTIMENTOS	
Área das Zonas Individuais	Área das Zonas Comuns
as tipologias T1 e T2 não sofreram alterações de superfície das zonas individuais	os T4 tiveram uma evolução positiva até à década de 90, tendo a partir daí diminuído
a tipologia T3 está a tender para um ligeiro crescimento	a tipologia T3 tem tido, desde 1986, um crescimento pouco acentuado
a tipologia T4 teve, até 1992, um crescimento acentuado mantendo-se estável a partir daí	os T1 apresentam grande diversidade de valores
o maior quarto da uma tipologia é maior do que o da imediatamente menor	as maiores tipologias não correspondem a maiores áreas de zonas comuns

Área da Cozinha	Área das Instalações Sanitárias
a superfície das cozinhas das tipologias T1 tem aumentado	a grande variabilidade, para cada tipologia, é o número de instalações sanitárias e não a sua área
nos T2 o valor decresce na década de 90 e aumenta para o dobro a partir dessa data	as menores áreas de instalações sanitárias correspondem a quartos de banho de serviço
os T3 e os T4 têm tido um aumento pouco significativo da área das suas cozinhas	
as maiores tipologias não correspondem às maiores áreas das cozinhas	

Área dos Arrumos	Área das Circulações
existe uma grande diversidade de valores	na maioria das habitações a proporção da área de circulações está entre 10 e 20%
a maior ou menor área de arrumos prende-se à arquitectura e à organização de espaços	a tipologia T1 é a que apresenta maior variabilidade de valores
	as tipologias T2, T3 e T4 têm-se mantido quase inalteráveis

Área da Lavandaria e Secagem de Roupa	Área Útil Total
os valores deste Indicador são muito dispersos	os T1 e T2 têm mantido a mesma área total
as áreas, em cada tipologia, da lavandaria e secagem de roupa têm-se mantido constante	os T3 diminuíram no final dos anos 70 mas têm desde aí apresentado uma evolução positiva
existem duas excepções, em que a lavandaria é no exterior da habitação	a tipologia T4 sofreu um aumento da área total no início do intervalo estudado

Quadro 3.20. - Conclusões sobre o Objectivo Parcial Atribuição de Espaços e respectivos Indicadores
(continuação).

CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS	
ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS	
DIMENSÕES DE COMPARTIMENTOS	
Comprimento das Paredes nas Zonas Individuais	Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns
às maiores tipologias correspondem maiores comprimentos de parede por ocupante	este Indicador toma valores muito dispersos, sendo difícil tirar conclusões
dentro das tipologias, o valor deste Indicador tem-se mantido estável	
Largura das Circulações	Largura dos Prolongamentos Exteriores
a largura das circulações está, para toda a amostra, entre 1,00 e 2,00 m	à excepção dos edifícios que têm terraços, a sua largura não ultrapassa os 2,00m
quase todos têm largura suficiente para a passagem simultânea de duas pessoas, existindo uma peça de mobiliário com 0,30 m de profundidade	

Pode-se concluir que, enquanto alguns Indicadores são estáveis no intervalo de tempo considerado, outros apresentam grandes variações. Geralmente, estas modificações são consequências de aumentos de exigências e necessidades do mercado. Por outro lado, nota-se que o nível de qualidade associado às construções desta sociedade se mantém constante ou com uma evolução tendencialmente crescente.

4

ESTUDO COMPARATIVO DE ALGUNS INDICADORES DE DESEMPENHO

4.1. INTRODUÇÃO

A avaliação de Indicadores de Desempenho e a sua análise só faz sentido quando abrange a regulamentação e os seus critérios de qualidade. Sendo assim, propõe-se, neste capítulo, a comparação de alguns Indicadores com a regulamentação portuguesa.

Serão analisados, dentro do Objectivo Superior Conforto Ambiental, os Indicadores Necessidades Nominais de Aquecimento e Necessidades Nominais de Arrefecimento; da Concepção Espacial de Zonas Privativas, os Indicadores Área das Zonas Individuais, Área das Zonas Comuns, Área da Cozinha, Área das Instalações Sanitárias, Área Útil Total e Largura das Circulações (Fig. 4.1., 4.2., 4.3.).

Objectivo Superior	Objectivos Parciais	Objectivos-Critério	Indicadores de Desempenho
CONFORTO AMBIENTAL	Conforto Térmico	Conforto Térmico de Inverno	Necessidades Nominais de Aquecimento
			Contribuição dos Ganhos Solares
		Conforto Térmico de Verão	Necessidades Nominais de Arrefecimento
			Consumo Energético em Situação de Verão

Fig. 4.1. – Indicadores analisados dentro do Objectivo Superior Conforto Ambiental.

Não existe regulamentação que aborde a totalidade dos Indicadores e dos Objectivos Superiores. Sendo assim, escolheram-se aqueles em que existissem referências na legislação portuguesa, nomeadamente no Regulamento das Características do Comportamento Térmico em Edifícios – RCCTE - e no Regulamento Geral de Edificações Urbanas – RGEU.

Objectivo Superior	Objectivos Parciais	Objectivos-Critério	Indicadores de Desempenho
CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS	Atribuição de Espaços	Áreas de Compartimentos	Área das Zonas Individuais
			Área das Zonas Comuns
			Área da Cozinha
			Área das Instalações Sanitária
			Área dos Arrumos
			Área das Circulações
			Área da Lavandaria e Secagem da Roupa
			Área Útil Total
		Dimensões de Compartimentos	Comprimento das Paredes nas Zonas Individuais
			Comprimento das Paredes nas Zonas Comuns
			Largura das Circulações
			Largura dos Prolongamentos Exteriores

Fig. 4.2. – Indicadores analisados dentro do Objectivo Superior Concepção Espacial de Zonas Privativas.

Por outro lado, ir-se-á proceder ao estudo comparativo da amostra com habitações certificadas no âmbito de duas metodologias europeias – Qualitel e SEL. Através desta avaliação pretende-se estabelecer uma relação entre os níveis de qualidade exigidos nestes métodos e as fracções em análise.

Sendo assim, propõe-se que sejam comparadas as fracções com limites regulamentares ou com outras habitações certificadas de modo a conseguir uma avaliação correcta da qualidade da amostra em estudo.

4.2. CONFORTO AMBIENTAL

4.2.1. CONFORTO TÉRMICO

4.2.1.1. Conforto Térmico de Inverno

Como já foi referido anteriormente, neste domínio ir-se-á comparar com a regulamentação existente o Indicador Necessidades Nominais de Aquecimento.

Para esta análise foi utilizado o Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios – RCCTE.

Este regulamento diz que o valor limite das Necessidades Nominais de Energia Útil para Aquecimento, N_i , depende do Factor de Forma e dos Graus-Dias do local de implantação do edifício. Entenda-se como Factor de Forma, FF , o quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior, A_{ext} , e o interior, A_{int} , do edifício ou fracção autónoma com exigências térmicas e o respectivo volume interior, V .

$$FF = \left[A_{ext} + \sum (\tau \times A_{int}) \right] / V \quad (4.1.)$$

Sendo assim, o valor do Factor de Forma pode ser obtido pela equação 4.1., em que τ é a razão entre a diferença de temperatura interior e do local não aquecido e entre a diferença de temperatura interior e exterior.

Por outro lado, os Graus-Dias de aquecimento é um número que caracteriza a severidade de um clima durante a estação de aquecimento e que é igual ao somatório das diferenças positivas registadas entre uma dada temperatura base, na generalidade, 20 °C, e a temperatura do ar exterior durante a estação de aquecimento. O valor deste parâmetro consta no Quadro III.1 do RCCTE.

Para o cálculo do N_i pode-se usar o sistema de equações 4.2..

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Para } FF \leq 0,5, N_i = 4,5 + 0,0395 \text{ GD}; \\ \text{Para } 0,5 < FF \leq 1, N_i = 4,5 + (0,021 + 0,037 FF) \text{ GD}; \\ \text{Para } 1 < FF \leq 1,5, N_i = [4,5 + (0,021 + 0,037 FF) \text{ GD}] (1,2 - 0,2 FF) \\ \text{Para } FF > 1,5, N_i = 4,05 + 0,06885 \text{ GD} \end{array} \right. \quad (4.2.)$$

No presente caso, dado a semelhança arquitectónica dos edifícios analisados, o Factor de Forma é, para todos, inferior a 0,5. Como a totalidade dos edifícios se localiza na cidade do Porto, o valor dos Graus-Dias é 1610 °C. Como tal, o N_i só depende deste último parâmetro e corresponde a 68,10 kWh/m².ano.

Para uma análise mais precisa, foram estabelecidos níveis de qualidade equivalentes aos graus de exigência dos coeficientes de transmissão térmica [31], conforme se explicita no Quadro 4.1..

Quadro 4.1. – Valores dos limites máximos de Ni em função do nível de qualidade.

Nível de Qualidade	Valor do Limite Máximo de Ni
N1	Ni
N2	0,75 Ni
N3	0,60 Ni
N4	0,50 Ni

Para a amostra considerada foram, então, obtidos os valores apresentados na Fig. 4.3..

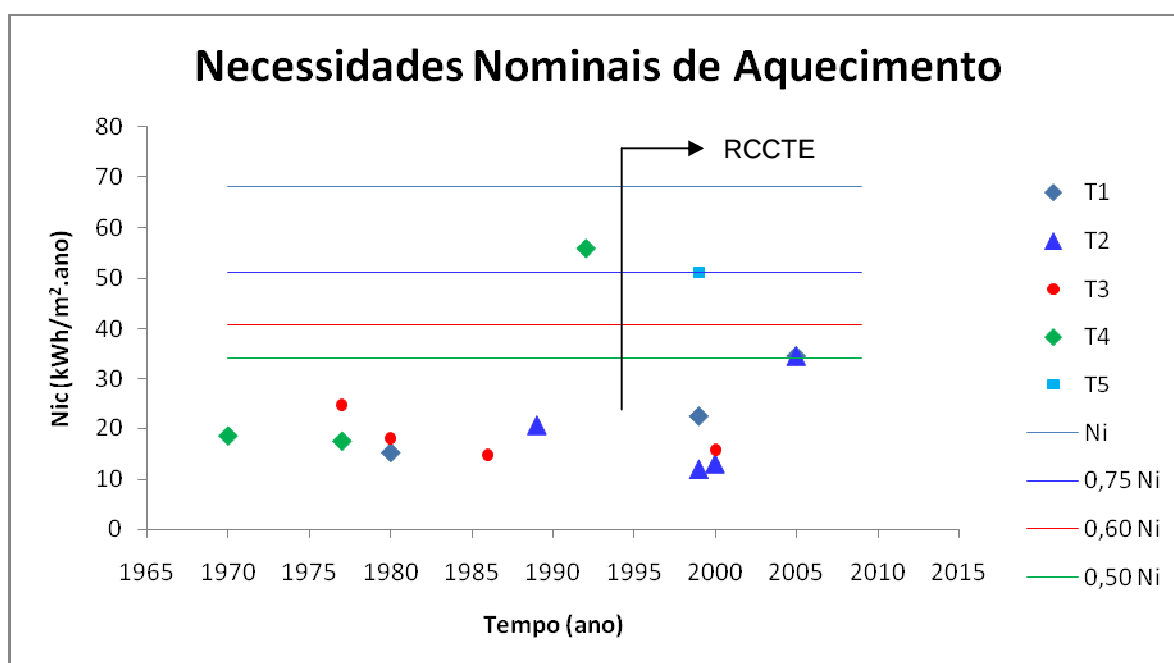


Fig. 4.3. – Evolução do Indicador Necessidades Nominais de Aquecimento e respectivos níveis de qualidade.

Observa-se que quase todos os edifícios se encontram no nível quatro de qualidade. Uma das situações mais interessantes é o facto de isto acontecer mesmo antes da vigência da primeira versão do RCCTE, que só se deu em 1994.

Concluindo:

- a maioria dos edifícios, antes e após o RCCTE, estão no nível quatro de qualidade.

4.2.1.2. Conforto Térmico de Verão

O Indicador Necessidades Nominais de Arrefecimento foi escolhido para a comparação com os limites regulamentares.

O valor limite das Necessidades Nominais de Energia Útil de Arrefecimento, N_v , é dependente da zona climática de Verão do local de implantação do edifício. Estas zonas estão definidas no RCCTE no Quadro III.1., por concelho.

De acordo com o artigo 15.º do RCCTE, os valores do N_v são, para cada zona climática de Verão, os apresentados na equação 4.3..

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Zona V1 (norte), } N_v = 16 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Zona V1 (sul), } N_v = 22 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Zona V2 (norte), } N_v = 18 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Zona V2 (sul), } N_v = 32 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Zona V3 (norte), } N_v = 26 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Zona V3 (sul), } N_v = 32 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Açores, } N_v = 21 \text{ kWh/m}^2.\text{ano;} \\ \text{Madeira, } N_v = 23 \text{ kWh/m}^2.\text{ano.} \end{array} \right. \quad (4.3.)$$

Sendo assim, e sabendo que o Porto corresponde à zona climática V1 Norte, o valor do N_v é, para todos os edifícios analisados, $16 \text{ kWh/m}^2.\text{ano}$.

Para a amostra em estudo, foram, da mesma forma que ao valor limite das Necessidades Nominais de Energia Útil de Aquecimento, atribuídos níveis de qualidade.

Quadro 4.2. - Valores dos limites máximos de N_v em função do nível de qualidade.

Nível de Qualidade	Valor do Limite Máximo de N_v
N1	N_v
N2	0,75 N_v
N3	0,60 N_v
N4	0,50 N_v

Como tal, a Fig. 4.4. estabelece a relação entre os resultados do N_{vc} da amostra e os níveis de qualidade associados ao N_v .

Neste caso, todos os edifícios têm Necessidades Nominais de Arrefecimento situadas no nível quatro de qualidade. Mais uma vez, nas situações anteriores à entrada em vigor do RCCTE os valores não sofrem grandes alterações comparando com as após a redacção deste documento.

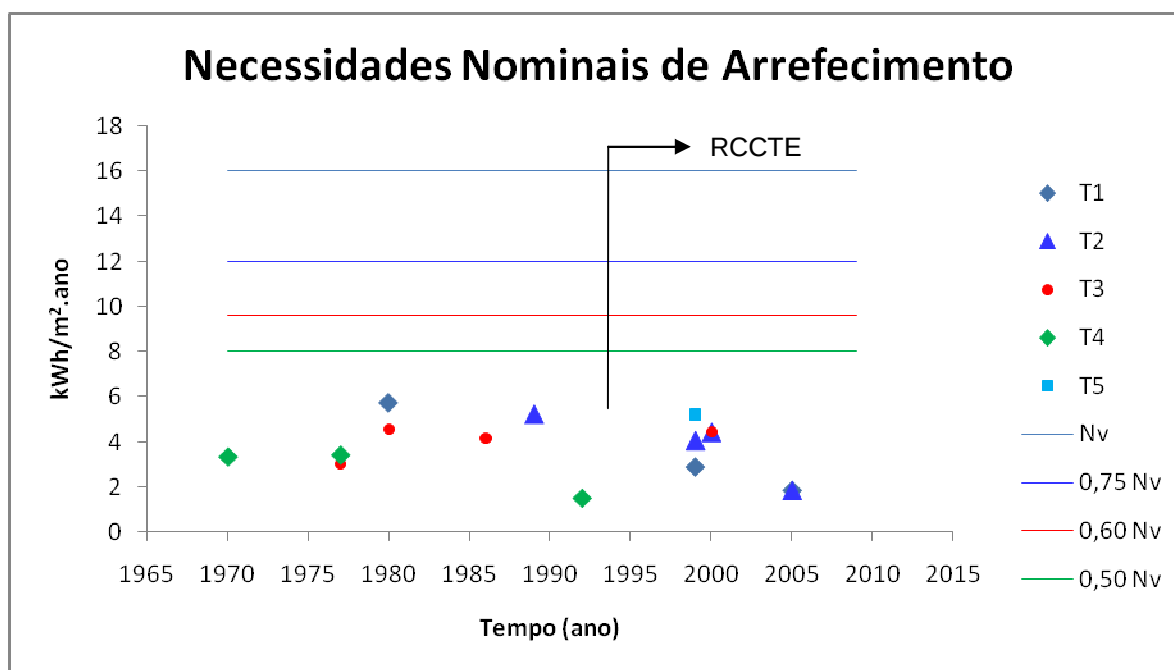


Fig. 4.4. - Evolução do Indicador Necessidades Nominais de Arrefecimento e respectivos níveis de qualidade.

Resumindo:

- antes e depois da vigência do RCCTE, as habitações analisadas estão no nível quatro de qualidade.

4.3. CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS

4.3.1. ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS

4.3.1.1. Áreas de Compartimentos

Os Indicadores de Desempenho dentro domínio da Concepção Espacial de Zonas Privativas que foram escolhidos para a comparação com a regulamentação existente em Portugal foram Área das Zonas Individuais, Área das Zonas Comuns, Área da Cozinha, Área das Instalações Sanitárias e Área Útil Total.

Esta análise foi baseada no Regulamento de Geral de Edificações Urbanas.

Segundo o artigo 66.º do RGEU, os compartimentos não deverão ser em área inferior ao apresentado no Quadro 4.3..

Quadro 4.3. – Limites mínimos regulamentares para as áreas dos compartimentos [32].

	Tipologia				
	T1	T2	T3	T4	T5
Maior Quarto (m ²)	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Restantes Quartos (m ²)	9	9	9	9	9
Menor Quarto (m ²)	-	-	-	6,5	6,5
Sala (m ²)	10	12	12	12	16
Cozinha (m ²)	6	6	6	6	6

É necessário ter em consideração que estas áreas não são obrigatoriamente correspondentes às áreas habitáveis, ou seja, às medidas da forma proposta na metodologia MC.FEUP. Não há qualquer indicação em [32] para que sejam consideradas como tal. Sendo assim, pressupõe-se que sejam áreas medidas pelo interior das paredes mas contabilizando o mobiliário fixo.

Para cada zona individual de cada tipologia, ir-se-á apresentar a comparação entre os valores da amostra e os limites regulamentares.

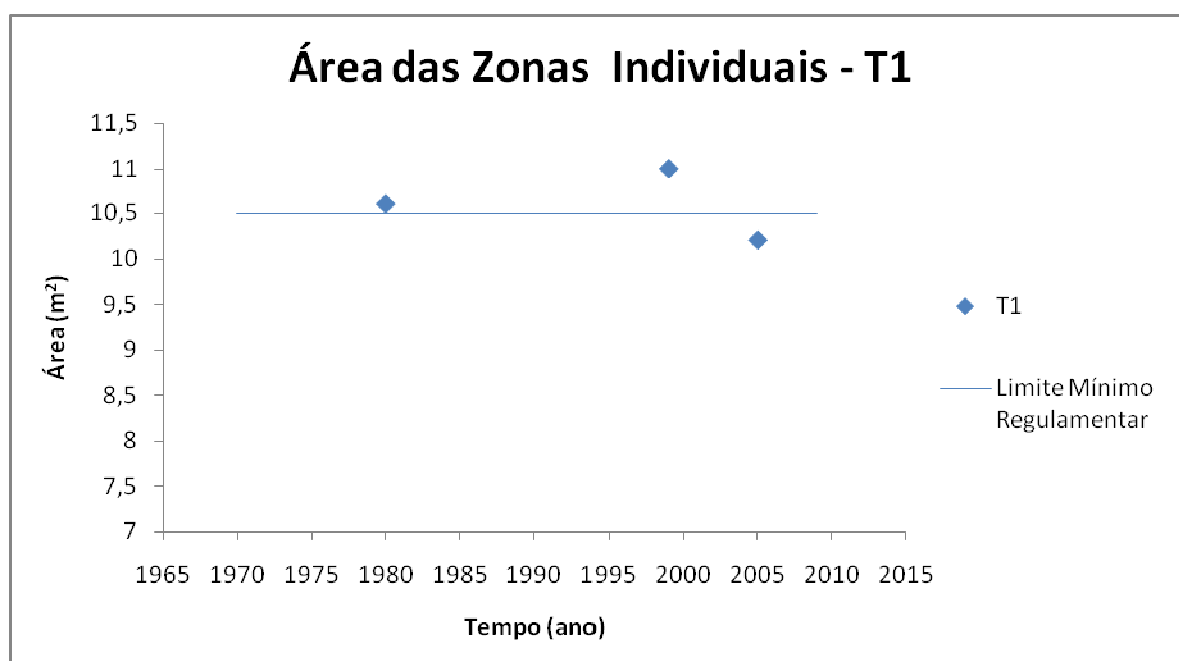


Fig. 4.5. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T1 e respectivo limite mínimo regulamentar.

Existe apenas um apartamento cuja área da zona individual é inferior à mínima regulamentar.

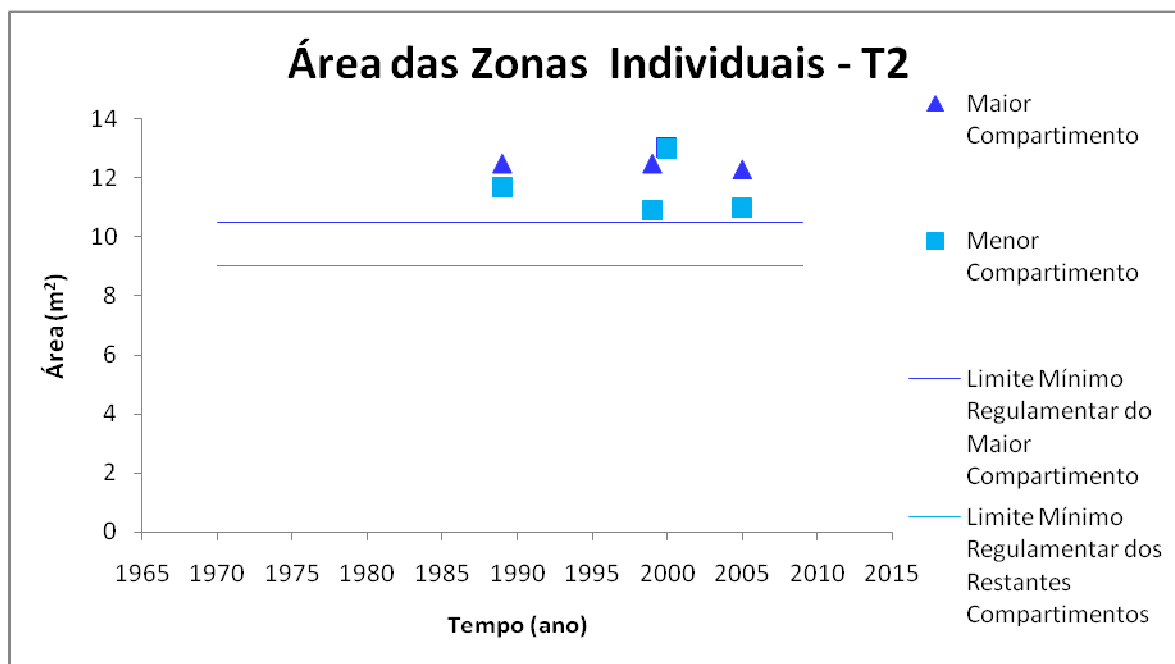


Fig. 4.6. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T2 e respectivos limites mínimos regulamentares.

No presente caso, todas as zonas individuais têm superfícies superiores aos limites regulamentares.

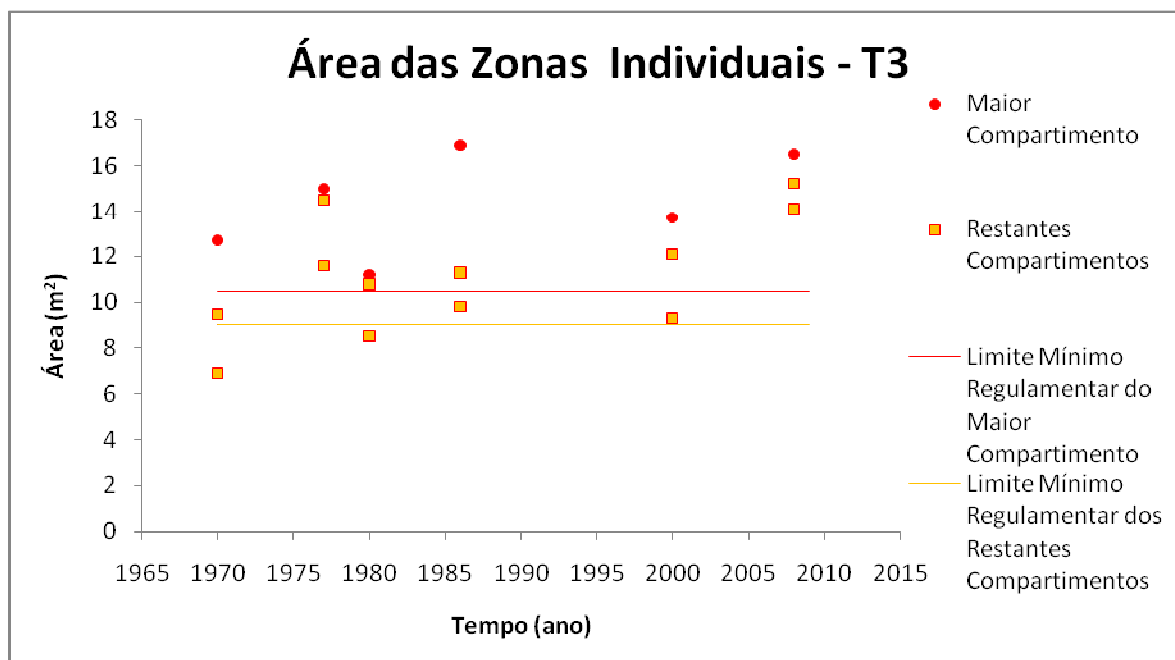


Fig. 4.7. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T3 e respectivos limites mínimos regulamentares.

Os T3, como se observa na Fig. 4.7., estão a tender para uma diminuição das áreas das zonas individuais. Como tal, têm vindo a cumprir os mínimos regulamentares desde 1988. Os compartimentos de maiores dimensões cumpriram sempre os seus limites de $10,5 \text{ m}^2$.

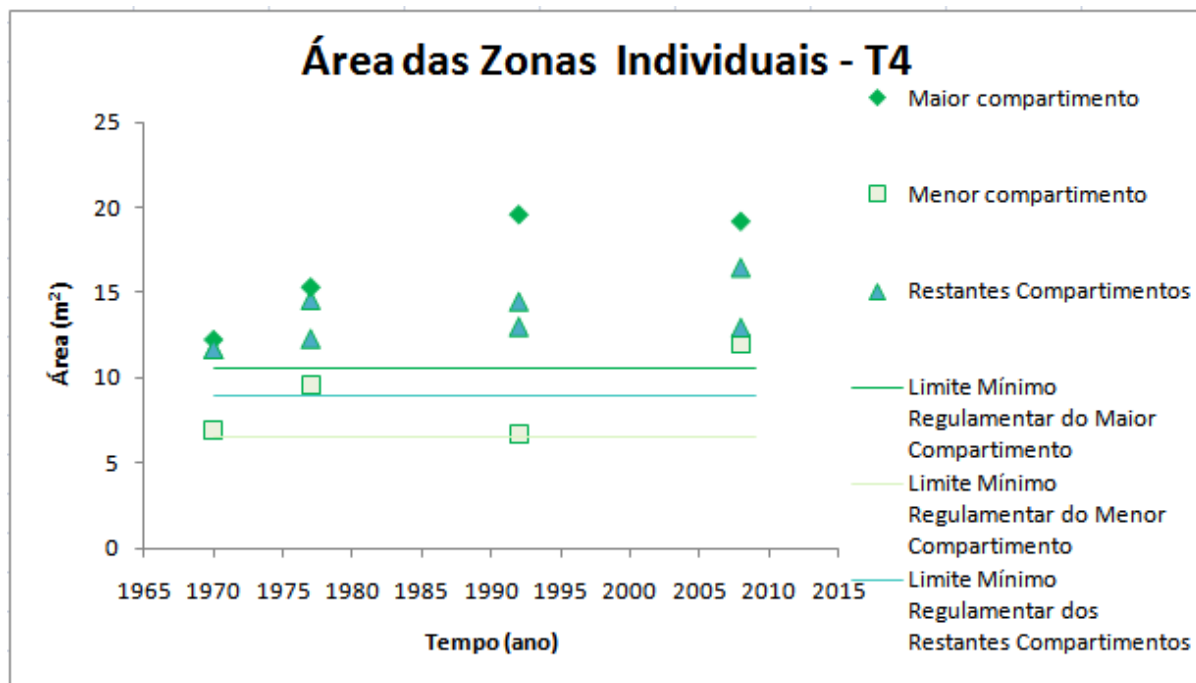


Fig. 4.8. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T4 e respectivos limites mínimos regulamentares.

Na Fig. 4.8., observa-se que, para toda a amostra, as áreas das zonas individuais dos T4 estão acima dos mínimos regulamentares em todas as situações.

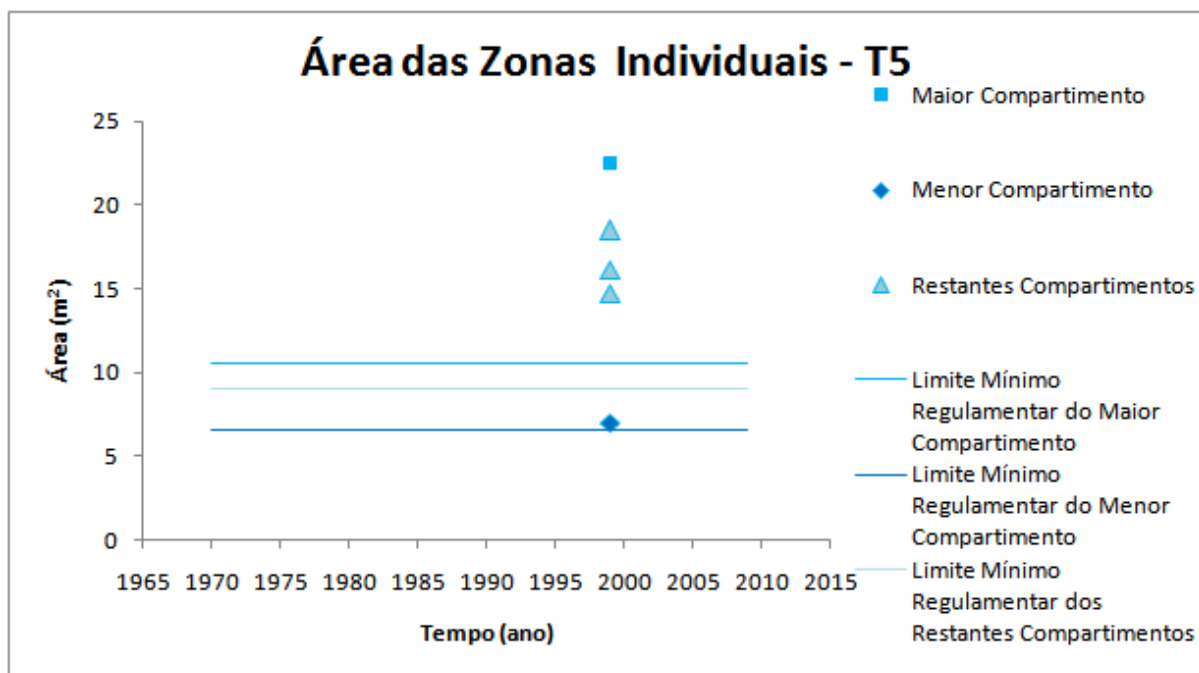


Fig. 4.9. – Evolução do Indicador Área das Zonas Individuais no T5 e respectivos limites mínimos regulamentares.

O T5 analisado cumpre todos os mínimos regulamentares propostos no RGEU. No entanto, o menor compartimento está muito perto do mínimo legal.

Resumindo:

- a grande maioria das zonas individuais cumpre os mínimos regulamentares impostos pelo RGEU;
- os piores casos são as zonas individuais dos T3, que só a partir do final da década de 90 é que estão acima dos mínimos legais;
- os maiores compartimentos em cada habitação, à excepção de um T1, cumprem os valores regulamentares.

No caso do Indicador Área das Zonas Comuns, a comparação entre a amostra e os mínimos regulamentares é feita na Fig. 4.10..

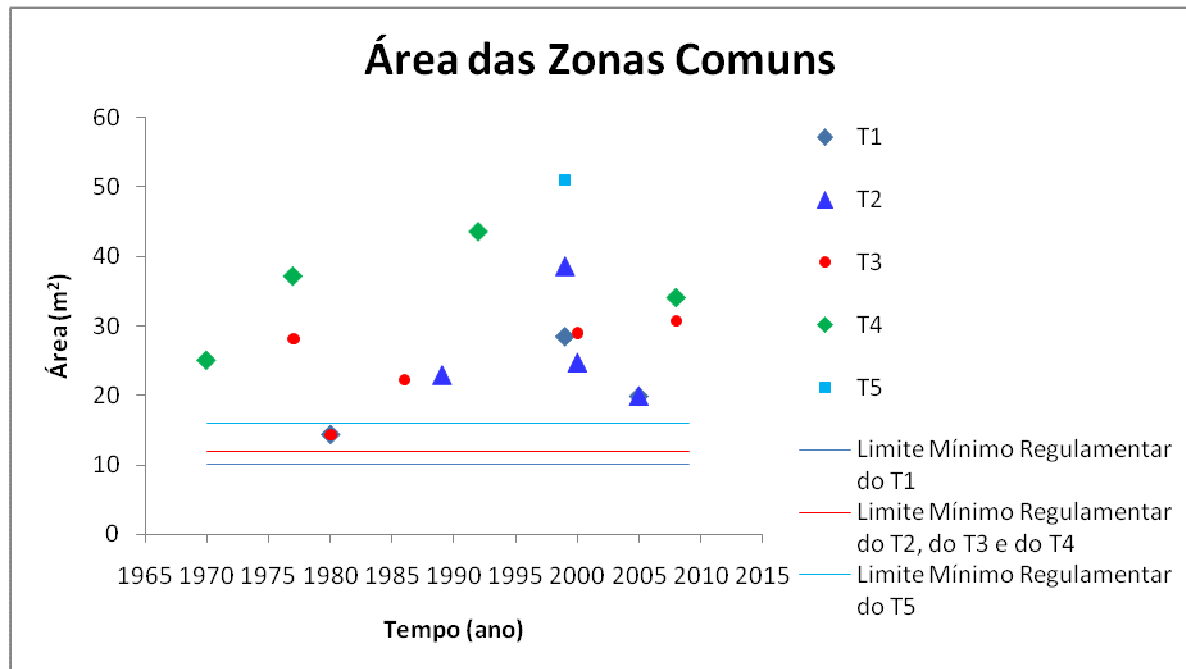


Fig. 4.10. - Evolução do Indicador Área das Zonas Comuns e respectivos limites mínimos regulamentares.

Para o presente caso, os valores das superfícies das zonas comuns de todas as tipologias cumprem os mínimos legais. As tipologias mais pequenas estão mais próximas dos limites regulamentares, enquanto as maiores estão mais afastadas. O que está mais longe do seu valor limite é o T5.

Em suma:

- toda a amostra cumpre os valores mínimos legais;
- as tipologias mais pequenas estão mais perto dos limites regulamentares.

No Indicador Área da Cozinha é importante ter em consideração o que foi dito anteriormente sobre a área mínima regulamentar apresentada no RGEU. Enquanto nas zonas individuais o mobiliário fixo corresponde a uma pequena percentagem das suas áreas, nas cozinhas já não é bem assim. A área ocupada pelos móveis deste compartimento é, aproximadamente 4 m². Como tal, ao valor regulamentar de 6 m² foi deduzido a área média correspondente ao mobiliário fixo.

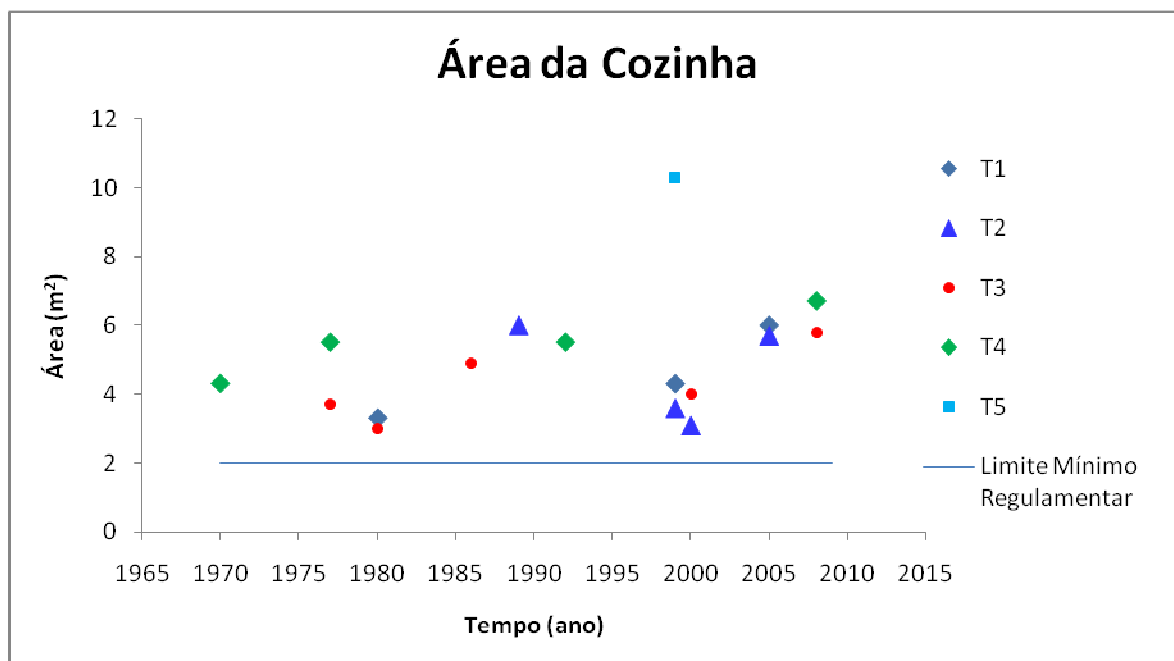


Fig. 4.11. - Evolução do Indicador Área da Cozinha e respectivo limite mínimo regulamentar.

Este Indicador de Desempenho é cumprido por toda a amostra independentemente da tipologia. Neste caso, nem sempre são as habitações de menores tipologias que estão mais próximas do limite regulamentar. Mais uma vez, é o T5 que têm maior margem entre o valor da amostra e o do RGEU.

Sumariamente:

- todas as habitações cumprem os mínimos regulamentares;
- o T5 é o que está mais longe do valor mínimo.

No caso das instalações sanitárias, o mobiliário fixo e a louça sanitária também são aspectos relevantes na contabilização das áreas. No entanto, a metodologia MC.FEUP não considera estes para os seus critérios de avaliação. Sendo assim, os valores anteriormente calculados correspondem às áreas úteis e não habitáveis.

Segundo o artigo 68.º do RGEU, os valores mínimos regulamentares para as áreas das instalações sanitárias são os apresentados no Quadro 4.4..

Quadro 4.4. - Limites mínimos regulamentares para as áreas das instalações sanitárias [32].

	Tipologia				
	T1	T2	T3	T4	T5
Instalações Sanitárias (m²)	3,5	3,5	4,5	4,5	6

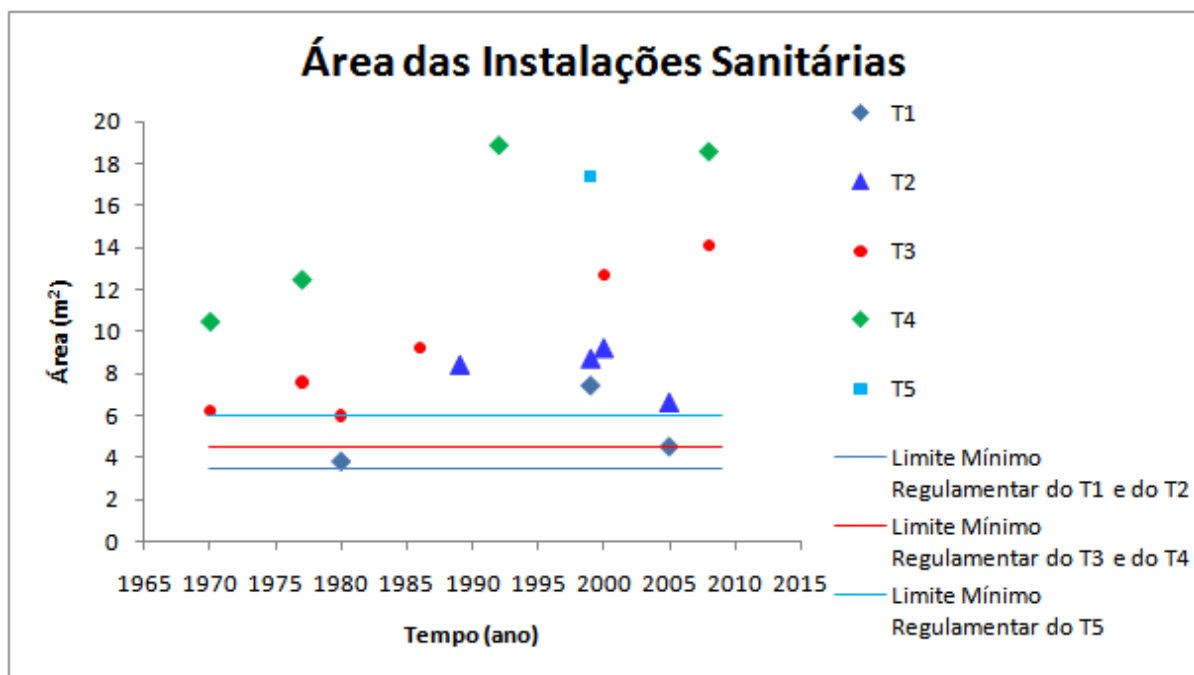


Fig. 4.12. - Evolução do Indicador Área das Instalações Sanitárias e respectivos limites mínimos regulamentares.

O Indicador de Desempenho Área das Instalações Sanitárias cumpre todos os limites regulamentares na amostra analisada. Nesta situação, as tipologias mais pequenas estão mais próximas do mínimo legal e a que está mais longe é o T4. Por outro lado, uma vez que o somatório das áreas das instalações sanitárias de um dado T3 estão a tender a aumentar, este valor vai se afastar do seu mínimo.

Em suma:

- todas as habitações cumprem os mínimos regulamentares;
- o T4 é o que tem valores mais distanciados;
- os T1 são os que estão mais próximos dos valores limites.

Pelo Regulamento Geral de Edificações Urbanas, os valores mínimos das áreas brutas dos fogos são as apresentadas no Quadro 4.5.. Entenda-se, segundo [32], que área bruta é a superfície total do fogo, medida pelo perímetro exterior das paredes exteriores e eixos das paredes separadoras dos fogos, e inclui varandas privativas, locais acessórios e a quota parte que lhe corresponda nas circulações comuns do edifício.

No presente caso, a área medida foi a habitável, proposta por MC.FEUP, não considerando assim a espessura das paredes exteriores e interiores, as varandas privativas, os locais acessórios e a parte das circulações comuns do edifício correspondente a cada fracção. Independentemente dos valores é necessário ter em consideração estas diferenças.

Quadro 4.5. – Limites mínimos regulamentares das áreas brutas totais [32].

	Tipologia				
	T1	T2	T3	T4	T5
Área Bruta Total (m ²)	52	72	91	105	122

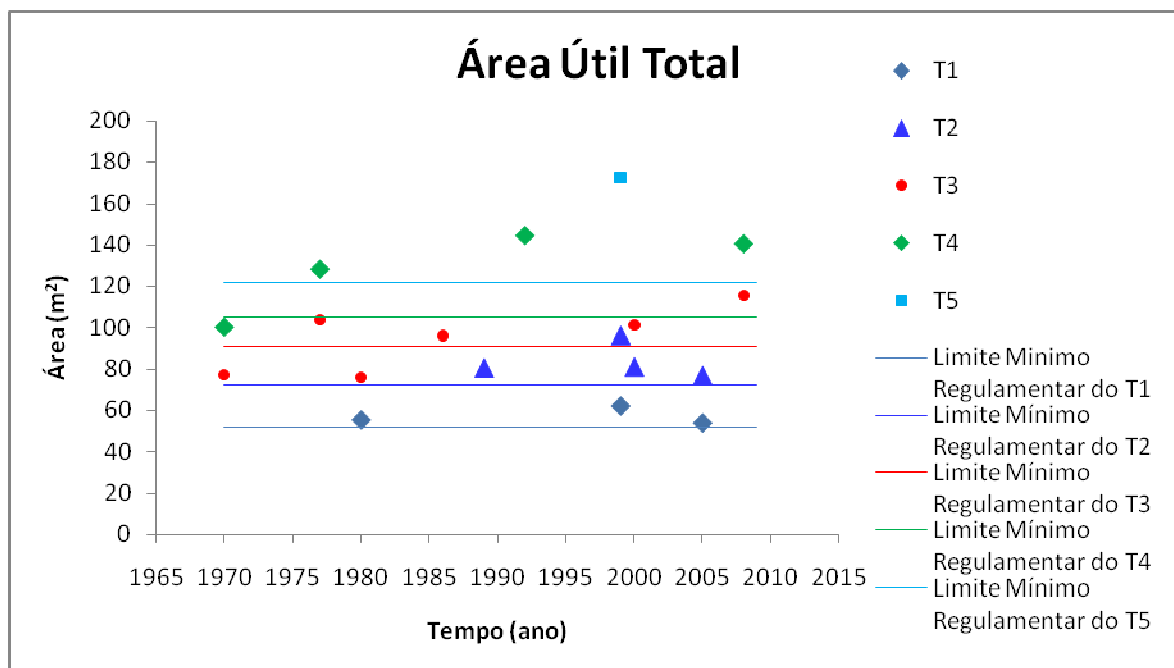


Fig. 4.13. - Evolução do Indicador Área Útil Total e respectivos limites mínimos regulamentares.

Mesmo com estas diferenças na medição das áreas, apenas dois T3 e um T4 é que não cumprem os mínimos regulamentares. Pode-se então concluir, que, na sua maioria, a área útil total das habitações da amostra considerada está acima do valor limite para cada tipologia.

Resumindo:

- a maioria das fracções cumpre os requisitos do RGEU;
- apenas três apartamentos estão ligeiramente abaixo destes valores.

4.3.2. Dimensões de Compartimentos

Neste Objectivo-Critério apenas foi considerada para esta análise comparativa o Indicador Largura das Circulações. Pelo Regulamento Geral de Edificações Urbanas, RGEU, no artigo 70.º, a largura dos corredores das habitações não deve ser inferior a 1,10 m. No caso de corredores secundários com comprimento igual ou menor que 1,50 m, poder-se-á autorizar uma largura mínima de 0,90 m.

No presente estudo, e segundo [5], foi considerado uma largura média das circulações ponderada com a área das mesmas.

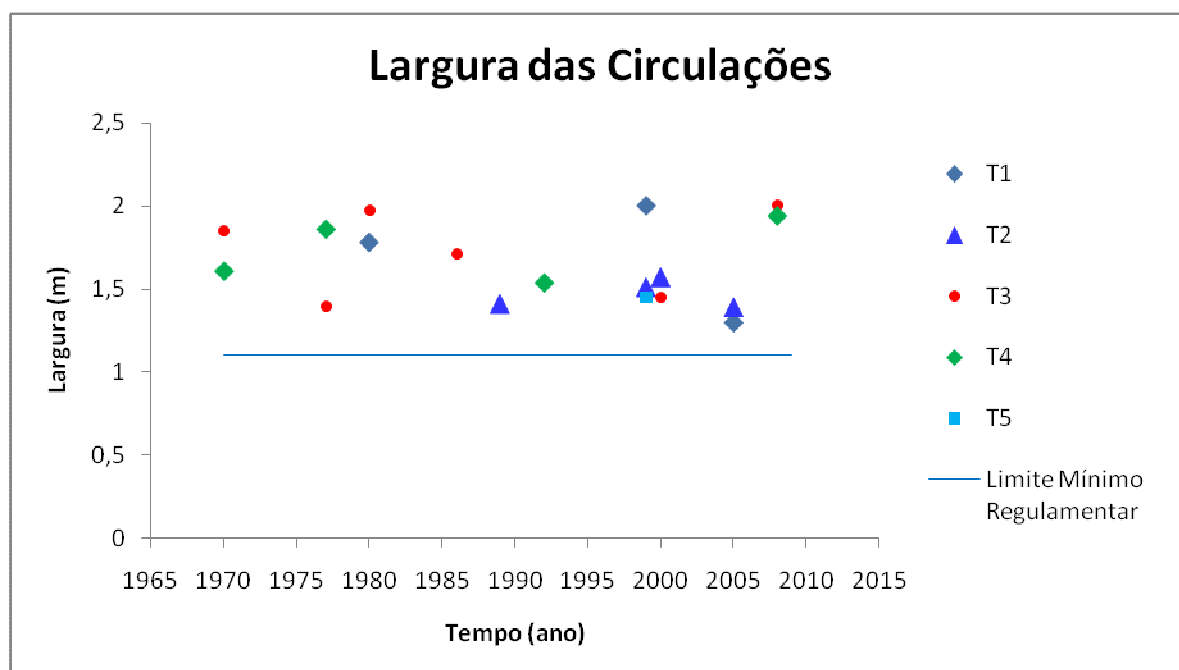


Fig. 4.14. - Evolução do Indicador Largura das Circulações e respectivo limite mínimo regulamentar.

O limite regulamentar do Indicador Largura das Circulações é cumprido para toda a amostra, mesmo quando considerados corredores principais. Na generalidade dos casos, são os T2 que têm a largura das suas circulações mais próximas do mínimo legal.

Resumindo:

- a aplicação deste Indicador de Desempenho cumpre o imposto pelo RGEU;
- a largura das circulações dos T2 são as mais próximas do mínimo regulamentar.

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA COMPARAÇÃO COM A REGULAMENTAÇÃO EXISTENTE

Neste capítulo foi proposto a comparação entre a regulamentação existente em Portugal e o valor de alguns Indicadores de Desempenho que seriam passíveis de ser analisados dentro da legislação portuguesa.

As conclusões deste estudo estão resumidas e apresentadas nos Quadros 4.6. e 4.7..

Quadro 4.6. – Conclusões sobre o estudo regulamentar associado ao Objectivo Parcial Conforto Térmico e respectivos Indicadores.

CONFORTO AMBIENTAL	
CONFORTO TÉRMICO	
Necessidades Nominais de Aquecimento	Necessidades Nominais de Arrefecimento
a maioria dos edifícios, antes e após o RCCTE, estão no nível quatro de qualidade	antes e depois da implantação do RCCTE, as habitações estão no nível quatro de qualidade

Quadro 4.7. – Conclusões sobre o estudo regulamentar associado ao Objectivo Parcial Atribuição de Espaços e respectivos Indicadores.

CONCEPÇÃO ESPACIAL DE ZONAS PRIVATIVAS	
ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS	
ÁREAS DE COMPARTIMENTOS	
Área das Zonas Individuais	Área das Zonas Comuns
a grande maioria das zonas individuais cumprem os mínimos regulamentares impostos pelo RGEU	toda a amostra cumpre os valores mínimos legais
os piores casos são dos T3, que só a partir do fim dos anos 90 é que cumprem os mínimos legais	as tipologias mais pequenas estão mais perto dos mínimos regulamentares
os maiores quartos de cada habitação, excepto um T1, cumprem os valores regulamentares	

Área da Cozinha	Área das Instalações Sanitárias
todas as habitações cumprem os mínimos regulamentares	todas as habitações cumprem os mínimos regulamentares
o T5 é o que está mais longe do valor mínimo	a amostra de T4 é a que tem valores mais distantes dos do RGEU
	os T1 são os que estão mais próximos dos valores limites

Área Útil Total
a maioria das fracções cumpre os requisitos do RGEU
apenas três apartamentos estão ligeiramente abaixo dos valores mínimos

DIMENSÕES DE COMPARTIMENTOS
Largura das Circulações
a aplicação deste Indicador de Desempenho cumpre o imposto pelo RGEU
a largura das circulações dos T2 são as mais próximas do mínimo regulamentar

Pode-se então concluir que a maioria das situações analisadas cumpre os requisitos impostos pelo Regulamento Geral de Edificações Urbanas. Apenas dois Indicadores - Área das Zonas Individuais e Área Útil Total - não verificam os limites legais em toda a amostra.

4.5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS E HABITAÇÕES CERTIFICADAS

No presente estudo considerou-se como base para a avaliação das habitações a metodologia MC.FEUP. Porém, como já referido anteriormente, na Europa existem outros métodos de quantificação da qualidade que estão associados a processos de certificação das habitações. Sendo

assim, pretende-se fazer uma análise comparativa entre habitações certificadas por duas metodologias distintas e de diferentes origens e as avaliadas ao longo do trabalho.

Claro que, pela dificuldade de acesso a dados, só foram avaliados os Indicadores de Desempenho passíveis de serem obtidos pelos projectos de Arquitectura.

Por outro lado, a comparação foi realizada não com os valores de cada fracção da amostra, mas sim com a média da tipologia correspondente. Foram analisados os Indicadores referentes aos Objectivos Parciais Iluminação Natural e Atribuição de Espaços.

4.5.1. COMPARAÇÃO DE UMA HABITAÇÃO CERTIFICADA PELA ASSOCIAÇÃO QUALITEL

Para esta análise foi escolhido um apartamento de tipologia T2 cuja planta se apresenta na Fig. 4.15..

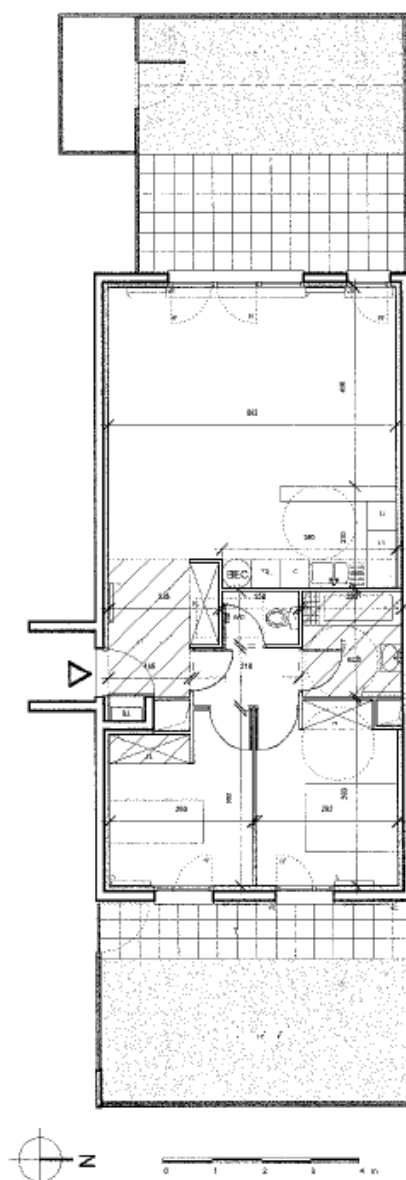


Fig. 4.15. – Planta de uma habitação T2 certificada pela Associação Qualitel.

Os resultados obtidos para os diferentes Indicadores de Desempenho associados ao Objectivo Parcial Iluminação Natural são apresentados no Quadro 4.8..

Quadro 4.8. – Resultados obtidos para a Habitação Qualitel no Objectivo Parcial Iluminação Natural.

	ILUMINAÇÃO NATURAL		
	Zonas Envidraçadas		
	Janelas nas Zonas Comuns	Janelas na Cozinha	Janelas nas Instalações Sanitárias
Média da Amostra	0,00	1,17	0,00
Habitação Qualitel	0,00	0,00	0,00

Neste caso, só no Indicador Janelas na Cozinha é que a habitação de certificação Qualitel se encontra abaixo da classificação média da amostra. Nos restantes Indicadores de Iluminação Natural, o valor de zero mantém-se.

Na situação da atribuição de espaços os valores são os do Quadro 4.9..

Quadro 4.9. – Resultados obtidos para a Habitação Qualitel no Objectivo Parcial Atribuição de Espaços.

	ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS							
	Áreas de Compartimentos							
	Zonas Individuais	Zonas Comuns	Cozinha	Instalações Sanitárias	Arrumos	Circ.	Lavand.	Área Útil Total
Média da Amostra (m ²)	12,06	26,50	4,60	8,23	0,56	16,87	2,88	83,76
Habitação Qualitel (m ²)	10,25	28,70	8,00	6,10	0,80	7,70	0,00	70,50

	Dimensões de Compartimentos			
	Comp. de Paredes nas Z. Individuais		Comp. de Paredes nas Z. Comuns	
	Largura das Circulações		Largura dos Prolong. Exteriores	
Média da Amostra (m)	5,73		13,38	
Habitação Qualitel (m)	4,15		11,70	

A habitação certificada pela Associação Qualitel, em relação à média da amostra, nos Indicadores Área das Zonas Individuais, Área das Instalações Sanitárias, Área das Circulações, Área da Lavandaria e Secagem de Roupa e Área Útil Total apresenta menores valores. É na Área das Circulações que esta diferença é mais significativa.

Por outro lado, no Objectivo-Critério Dimensões de Compartimentos, o único valor superior ao da amostra em estudo foi o da Largura dos Prolongamentos Exteriores. Os restantes Indicadores associados são ligeiramente menores.

Sendo assim, pode-se concluir que as habitações pertencentes à amostra analisada são, na generalidade, de qualidade superior, nos Indicadores avaliados, relativamente à habitação de certificação Qualitel.

4.5.2. COMPARAÇÃO COM UMA HABITAÇÃO CERTIFICADA PELA METODOLOGIA SEL

Para esta análise comparativa foi avaliado um apartamento de tipologia T3 (Fig. 4.16.).

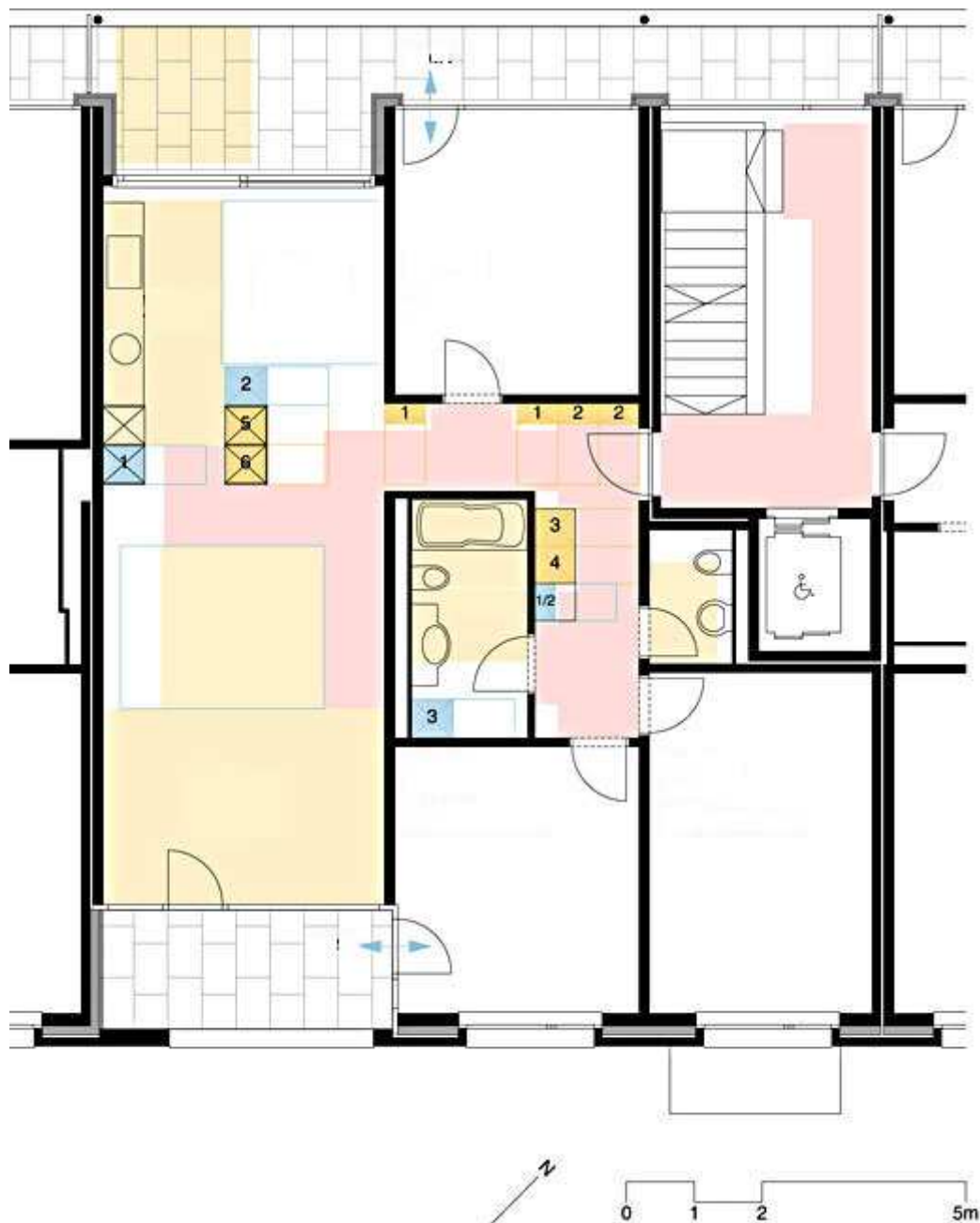


Fig. 4.16. - Planta de uma habitação T3 certificada pela metodologia SEL.

Para o estudo comparativo da Iluminação Natural teve-se em consideração os valores apresentados no Quadro 4.10..

Quadro 4.10. - Resultados obtidos para a Habitação SEL no Objectivo Parcial Iluminação Natural.

	ILUMINAÇÃO NATURAL		
	Zonas Envidraçadas		
	Janelas nas Zonas Comuns	Janelas na Cozinha	Janelas nas Instalações Sanitárias
Média da Amostra	0,50	1,75	1,00
Habitação SEL	0,00	4,00	0,00

No Objectivo Parcial Iluminação Natural o que tem maior diferença entre classificações é o Indicador Janelas na Cozinha. Nos outros dois aspectos avaliados são menores em relação à média da amostra em estudo.

Os resultados inerentes ao Objectivo Parcial Atribuições de Espaços são apresentados no Quadro 4.11..

Quadro 4.11. – Resultados obtidos para a Habitação SEL no Objectivo Parcial Atribuição de Espaços.

	ATRIBUIÇÃO DE ESPAÇOS							
	Áreas de Compartimentos							
	Zonas Individuais	Zonas Comuns	Cozinha	Instalações Sanitárias	Arrumos	Circ.	Lavand.	Área Útil Total
Média da Amostra (m ²)	12,20	24,87	4,28	9,30	1,53	16,28	2,43	95,30
Habitação SEL (m ²)	15,23	37,80	24,45	12,92	0,00	16,12	0,00	136,99

	Dimensões de Compartimentos			
	Comp. de Paredes nas Z. Individuais	Comp. de Paredes nas Z. Comuns	Largura das Circulações	Largura dos Prolong. Exteriores
Média da Amostra (m)	4,80	12,20	1,47	2,14
Habitação SEL (m)	9,65	13,66	1,50	2,00

No Objectivo-Critério Áreas de Compartimentos, os Indicadores são superiores aos das habitações analisadas, à excepção da Área de Arrumos, da Área de Circulações e da Lavandaria. O Indicador Área das Circulações permaneceu quase constante.

As Dimensões de Compartimentos também são superiores, à excepção da Largura dos Prolongamentos Exteriores que diminuiu ligeiramente.

4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A AMOSTRA E HABITAÇÕES CERTIFICADAS

Nos pontos anteriores foi desenvolvido um estudo comparativo entre as habitações da amostra e fracções certificadas por metodologias europeias. Concluiu-se que as primeiras, nos Indicadores escolhidos, têm melhores classificações do que a habitação Qualitel. O mesmo não se passa com a metodologia SEL, em que as áreas são, na generalidade, superiores às das habitações em estudo no presente trabalho. Esta situação é compreensível na medida em que a metodologia SEL explora de uma maneira exaustiva estes campos, muito mais do que a metodologia Qualitel que foca com maior

precisão as componentes da tecnologia construtiva. Deste modo, a superioridade dos valores dos Indicadores de Desempenho pertencentes a este Objectivo Parcial face ao das habitações da amostra é perfeitamente compreensível.

Embora a exigência neste campo seja superior na metodologia SEL, as habitações analisadas podem ser consideradas de qualidade pelos dois processos de certificação.

5

A QUALIDADE DOS PROJECTOS E A SUSTENTABILIDADE

5.1. A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Os anos 60 e 70 ficaram marcados pela consciencialização da sociedade relativamente às problemáticas ambientais e, principalmente, à poluição. Este tema começou a ser debatido politicamente em várias actividades e eventos.

A primeira iniciativa, que teve lugar em Estocolmo, em 1972, foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano onde se acordaram os princípios para o desenvolvimento humano, mas não a sua implementação.

Simultaneamente em Roma, um grupo de cientistas e cidadãos preocupados com estas questões publicaram um relatório sobre o estado do ambiente natural, intitulado “Os Limites para o Crescimento” [33]. Este documento aponta as consequências de se exceder a capacidade de carga do ambiente. Realça, também, o facto da sociedade industrial poder esgotar a maioria dos recursos ecológicos dentro de poucas dezenas de anos, se continuasse com um crescimento semelhante ao das décadas de 60 e 70. Por outro lado, menciona que o ambiente e o desenvolvimento não podem continuar em conflito, devendo se tentar a possibilidade de virem a ser compatíveis. É como forma de expressar esta preocupação que foi introduzido o conceito de desenvolvimento sustentável.

Este conceito adquiriu maior importância em 1982 na Estratégia para a Conservação Mundial apresentada pela Associação Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais. O seu objectivo principal consistia em atingir um desenvolvimento sustentável através da conservação dos recursos existentes. Foram, então, sugeridos três princípios para o seu alcance:

- manutenção dos processos ecológicos essenciais e dos sistemas de apoio à vida;
- preservação da diversidade genética;
- utilização sustentável de espécies e de recursos.

Contudo, esta abordagem apenas se limitava à sustentabilidade ecológica, pondo de parte os aspectos económicos e sociais.

Só em 1987, data em que foi publicado o relatório “O Nosso Comum Futuro” [34] é que foi definido, de um modo explícito, o conceito de desenvolvimento sustentável. Em [34], é considerado como a capacidade da humanidade garantir a resposta às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de assegurar as suas próprias necessidades. Por outro lado, escreve-se também que o desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas antes um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a direcção dos investimentos, a orientação do

desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais são compatibilizadas com as necessidades presentes e futuras.

Esta definição é, essencialmente, filosófica e política deixando alguns equívocos para a tomada de decisões sobre a compatibilidade de programas e tecnologias com os seus objectivos. nomeadamente. Porém, existem duas ideias principais a reter: a da preservação dos recursos existentes e a da necessidade de programar o rumo da sociedade, conciliando esse aspecto com uma abordagem integrada dos problemas [35].

O conceito de desenvolvimento sustentável procura, acima de tudo, responder às necessidades presentes. A satisfação das exigências humanas básicas pode ter associados problemas ambientais graves, como por exemplo, a intensificação da agricultura para a produção de alimentos com a consequente utilização de pesticidas e adubos, ou o consumo de água, podendo estes provocar danos no ambiente, que têm de ser equacionados. Sendo assim, são necessárias as reduções do consumo de recursos e da produção de resíduos, e, também, a preservação da função e da biodiversidade dos ecossistemas. Ou seja, estes bens devem ser utilizados a uma taxa pelo menos igual à passível de ser renovada, mantendo-os de forma indefinida e sem impactes ambientais significativos.

Posteriormente, na Cimeira da Terra, em 1992, na Sessão Especial da Assembleia Geral da Nações Unidas, em 1997, na Cimeira Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, em 2002 e, recentemente, na Conferencia sobre as Alterações Climáticas em Copenhaga foram abordadas e debatidas com maior pormenor as consequências da incorporação deste conceito nas normas e legislações internacionais.

5.2. A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE NOS PROJECTOS DE CONSTRUÇÃO

A sustentabilidade é um parâmetro importante a ter em consideração por todos os intervenientes no processo da construção, uma vez que em cada edifício realizado existe, ao longo da sua execução, um forte impacto ambiental [36].

O termo projecto ecológico nasceu no seguimento das normas da série ISO 14000. Estas contêm directrizes da gestão ambiental, auxiliando os produtores na análise conscienciosa dos seus produtos e serviços. Na realidade, o projecto ecológico deve ser sustentado no consumo sábio e eficiente dos materiais e das fontes de energia não renováveis. A utilização destes tem influência directa nos impactes que os materiais causam no ambiente.

A selecção de materiais e de soluções construtivas para a construção de edifícios deve satisfazer as necessidades sentidas pelos utilizadores, mas não deve causar impactos adversos no ambiente. Nos últimos anos, a sensibilização para os aspectos ambientais tem crescido no sector da construção civil. Os processos de fabrico dos materiais de construção produzem gases prejudiciais como o CO₂. Isto tem sido um factor de preocupação e enfatiza o controlo dos impactos ambientais. Por isso, a energia requerida para a produção dos diferentes materiais e as emissões de CO₂ têm sido objecto de estudo [37].

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é um tipo de avaliação tecnológica de factores ambientais relacionados com um determinado produto e a sua função ou actividade, incluindo todas as matérias-primas, energia e resíduos envolvidos no seu processo de fabrico e o seu potencial impacte ambiental. Resumindo, é a compilação e avaliação de todas as entradas, saídas e potenciais impactes de um produto ao longo do seu ciclo de vida [38]. Em muitos métodos de avaliação da qualidade de projectos tem-se tomado como base para a escolha de materiais este conceito. No entanto, os estudos

convencionais de impactes ambientais são, geralmente, limitados à fase do processo construtivo e ignoram as entradas requeridas para o fabrico dos materiais.

Neste capítulo ir-se-á proceder à criação de Indicadores de Desempenho, aplicáveis a projectos de construção, permitindo uma selecção consciente dos materiais, baseada no conceito de sustentabilidade.

5.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PROJECTOS DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO QUE INCORPORAM O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

A consciencialização das problemáticas ambientais levou a que alguns países sentissem necessidade de criar ferramentas em que fosse possível incorporar o conceito de sustentabilidade. Na realidade, os avanços tecnológicos nesta área foram focar outros aspectos que aquando a criação das metodologias apresentadas no Capítulo 3 ainda não estavam a ser debatidos.

Seguidamente, ir-se-á apresentar os esforços realizados, em alguns países, para a introdução da sustentabilidade em metodologias de avaliação de projectos de edifícios de habitação.

5.3.1. JAPÃO – O SISTEMA DETALHADO DE AVALIAÇÃO PARA A EFICIÊNCIA AMBIENTAL DOS EDIFÍCIOS

O Japão, desde a segunda metade da década de 80, tem caminhado no sentido de promover os edifícios sustentáveis, levando à criação do método CASBEE – *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, ou seja, Sistema Detalhado de Avaliação para a Eficiência Ambiental dos Edifícios. O seu desenvolvimento, em 2001, foi realizado por um projecto conjunto entre o sector industrial, as universidades e o Ministério do Território, Infra-Estruturas e Transporte japonês. A gestão do CASBEE está a cargo do Consórcio de Edifícios Sustentáveis do Japão. Desde 2002, este método foi subdividido em várias categorias focadas em novas construções ou em edifícios existentes ou em reabilitações. Hoje a promoção do CASBEE está sob a alçada do Plano de Acção Ambiental do Ministério do Território, Infra-Estruturas e Transporte do Japão, tendo sempre presente os objectivos atingir contidos no Protocolo de Quioto [39].

O CASBEE foi desenvolvido para analisar o ciclo de vida do edifício, ou seja, desde a fase de projecto até à manutenção. Para isso, é constituído por quatro ferramentas base, englobadas no CASBEE Família. São então o CASBEE para o Ante-Projecto, o CASBEE para Novas Construções, o CASBEE para Edifícios Existentes e o CASBEE para Reabilitação. A primeira existe como auxílio do Dono-de-Obra, dos projectistas e de todos os outros intervenientes na fase de Ante-Projecto no que se refere ao impacte ambiental do projecto e à escolha do local de implantação do edifício. O CASBEE para Novas Construções avalia, a partir de projectos, o valor do indicador de eficiência ambiental do edifício, antecipando o seu comportamento. O objectivo da ferramenta seguinte é a avaliação dos impactes das modificações ocorridas após o primeiro ano da data da sua construção. Por fim, através do CASBEE para Reabilitação pode-se propor medidas de manutenção de edifícios e melhorias do empreendimento [39].

Esta metodologia destina-se a empresas privadas de construção ou de projectos ou, ainda, a Promotores Imobiliários. Porém, várias autoridades legais introduziram o CASBEE na sua regulamentação de forma a encorajarem a construção de edifícios sustentáveis [39].

A avaliação do CASBEE abrange os campos da eficiência energética, da eficiência de recursos, do ambiente exterior e do interior. Estes são distribuídos em duas categorias principais: a Qualidade Ambiental do Edifício, Q, e a Carga Ambiental do Edifício, LR, que são subdivididas em vários critérios. Na categoria Q estão incluídos os critérios Ambiente Interior, Q1, Qualidade de Serviços, Q2

e Ambiente Exterior no Local, Q3. Na Carga Ambiental do Edifício são avaliados os critérios Energia, LR1, Materiais e Recursos, LR2 e Envolvente Exterior, LR3. A estes parâmetros são associados coeficientes que traduzem a sua importância relativa no projecto global, calculando-se, por expressão matemática, um valor para o indicador de eficiência ambiental do edifício. Por fim, pode ser obtido um dos cinco níveis de avaliação: Excelente (S), Muito Bom (A), Bom (B+), Suficiente (B-) e Fraco (C) [39].

O número de pedidos de registos entregues nos governos locais, em Março de 2007, ascendia os mil e quatrocentos [39].

5.3.2. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA – LIDERANÇA EM ENERGIA E PROJECTOS AMBIENTAIS

Logo após da formação do Conselho dos Edifícios Verdes dos Estados Unidos da América, em 1993, os membros que o incorporavam entenderam a necessidade de um sistema que definisse e avaliasse os edifícios sustentáveis. Em menos de um ano, criaram um comité, composto pelos diferentes intervenientes do sector da construção, para o seu desenvolvimento. Deste modo, em 1998, foi apresentado o primeiro programa, versão 1.0 do LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*, em português, Liderança em Energia e Projectos Ambientais. Após várias alterações, foram sendo lançadas versões mais avançadas até à actual 2.2 em 2005 [40].

O LEED destina-se a Arquitectos, Promotores Imobiliários, Engenheiros, Arquitectos Paisagistas, Decoradores, Construtores e Agências Governamentais, ou seja, todos aqueles podem contribuir de alguma forma para encaminharem a construção no sentido da sustentabilidade [40].

Este método funciona como um sistema de pré-requisitos e de créditos, ocorrendo, preferencialmente, na fase inicial do projecto. Para que um edifício possa receber a certificação LEED tem de respeitar todos os pré-requisitos e atingir um determinado mínimo de créditos para obter cada nível de classificação. O resultado da sua avaliação é dado por intermédio de uma nota global, resultante do somatório dos créditos atingidos em todas as categorias. Na versão 2.1 são avaliados os Locais Sustentáveis, a Eficiência na Utilização de Água, a Energia e Atmosfera, os Materiais e Recursos, a Qualidade do Ambiente Interior e o Processo de Design e Inovação. Estas categorias estão divididas em sessenta e nove critérios, podendo ser atribuído a cada um deles um ou dois créditos de acordo com o seu menor ou maior cumprimento. Os edifícios podem obter um dos quatro níveis existentes – Certificação, Prata, Ouro ou Platina [40].

O LEED tem tido, nos Estados Unidos da América, uma grande aceitação no mercado imobiliário, tendo sido já registados mais de seis mil projectos de edifícios [40].

5.3.3. HONG KONG – MÉTODO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS EM HONG KONG

Em 1996, foram apresentados dois métodos de avaliação, baseados na metodologia britânica BREEAM, em que um era destinado a edifícios de escritórios novos e o outro àqueles que já existiam. Em 1999, foram remodelados e desenvolveu-se uma nova metodologia para edifícios habitacionais. No entanto, só em 2002, é que a Sociedade HK-BEAM, uma organização independente sem fins lucrativos, passou a gerir e a estudar este método, designado pelo mesmo nome da empresa, HK-BEAM – *Hong Kong Building Environmental Assessment Method*, ou seja, Método de Avaliação Ambiental de Edifícios de Hong Kong [41].

O processo de avaliação do edifício proposto pelo presente método pode ser iniciado em qualquer fase da construção, mas a mais indicada é no projecto, uma vez que é quando pode haver alterações para melhorar a prestação final do edifício. A avaliação só termina após a conclusão da construção [41].

O método está dividido em categorias principais de avaliação: o Local, os Materiais, o Uso de Energia, a Utilização da Água e a Qualidade do Ambiente Interior. Estas, por sua vez, dividem-se em subcategorias [41].

O HK-BEAM funciona, à semelhança do LEED, por um sistema de créditos distribuídos pelos critérios pertencentes a cada subcategoria. A nota total é obtida a partir da percentagem dos créditos adquiridos em relação aos disponíveis. Os créditos têm o mesmo peso na nota global, não existindo factores de ponderação. No entanto, para ser feita a avaliação do edifício tem de existir uma percentagem mínima destes em cada uma das categorias. Neste método, existem quatro níveis de classificação: Bronze, Prata, Ouro e Platina [41].

Até ao fim do mês de Fevereiro de 2009, cerca de cento e sessenta promotores imobiliários requisitaram a certificação para mais de trinta e seis mil unidades habitacionais [41].

5.3.4. REINO UNIDO – MÉTODO DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS

O primeiro método de avaliação ambiental de edifícios a ser criado, em 1990, foi o BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*, isto é, Método de Avaliação e Análise Ambiental de Edifícios. Desenvolvido por investigadores privados juntamente com o sector da indústria, o BREEAM é um processo formal de avaliação do desempenho ambiental. Tem como objectivos distinguir os edifícios de menor impacto ambiental, encorajar as práticas ambientais ao nível do projecto, execução, gestão e manutenção, definir critérios para além daqueles que são exigidos legalmente e, por fim, consciencializar os intervenientes no processo construtivo para os benefícios da construção sustentável [42].

Inicialmente, o BREEAM era apenas destinado a edifícios de escritórios, mas está a ser desenvolvida uma versão destinada à habitação – o BRE EcoHomes. Este método tem como objectivos específicos encorajar a melhoria da eficiência energética ao longo do ciclo de vida útil, minimizar a dependência de veículos poluentes, promover a especificação de materiais ditos ecológicos e aumentar a qualidade de vida dos utilizadores. O BRE EcoHomes avalia sete categorias distintas: a Energia, o Transporte, a Poluição, os Materiais, a Água, o Uso de Solo e Ecologia e a Saúde e Bem-Estar. A cada uma destas estão associados critérios que, de acordo com a sua importância, podem ter determinado número de créditos. O somatório destes confere um dos níveis de avaliação: Aprovado, Bom Muito Bom ou Excelente [42].

5.3.5. FRANÇA – CERTIFICAÇÃO HABITAT E AMBIENTE

A Certificação Habitat e Ambiente nasce da Organização Cerqual, da mesma forma que o método Qualitel, anteriormente referido. Esta certificação é aplicável a projectos depois de um estudo extensivo e detalhado das características técnicas das habitações. É baseada em três princípios: o impacto ambiental da operação, a eficiência energética e a redução do efeito de estufa e os gestos verdes. Este método privilegia as energias renováveis e os equipamentos de baixo consumo, os materiais com menores impactos ambientais, a utilização de sistemas de limitação do consumo de água, isolamentos térmicos eficientes e sistemas de ventilação adequados [43].

Sendo assim, a Certificação Habitat e Ambiente foca sete temas relacionados com o ambiente que se repartem em mais de vinte domínios técnicos. Para ser obtida devem ser satisfeitos, pelo menos, seis dos sete temas, em que três deles têm de ser avaliados obrigatoriamente. O domínio que não é analisado, mesmo assim, deve responder aos requisitos mínimos. Os temas são: Gestão Ambiental da Construção (obrigatório), Limpeza do Local, Energia e Redução do Efeito de Estufa (obrigatório), Cadeia Construtiva – Escolha dos Materiais, Água, Conforto e Saúde e Gestos Verdes (obrigatório) [43].

À semelhança do método Qualitel, existem três etapas para a certificação: a análise dos documentos técnicos na fase de Estudo-Prévio e da concepção, a certificação do projecto e a verificação da conformidade dos trabalhos [43].

5.3.6. PORTUGAL – LÍDER A

No seguimento dos estudos realizados a partir do ano 2000 por Manuel Duarte Pinheiro, Director do IPA – Inovação e Projecto em Ambiente, foi desenvolvido o Sistema Líder A – Liderar pelo Ambiente para a Construção Sustentável, sendo a primeira versão publicada em 2005. Passados dois anos, foram feitas as primeiras cinco certificações. Actualmente, está em discussão pública a nova versão 2.0 deste método [44].

O sistema Líder A é uma metodologia que permite avaliar os níveis de desempenho ambiental das construções numa perspectiva de sustentabilidade. Este sistema, com base de acção voluntária, pode ser usado, para todos os intervenientes do sector, como instrumento distintivo de valorização dos edifícios no que se refere à construção sustentável [44].

O Líder A pode avaliar e certificar as várias fases do processo construtivo, desde a concepção até à reabilitação do edifício. Este divide-se em seis categorias de avaliação: Localização e Integração, Eficiência no Consumo de Recursos, Impacte das Cargas, Qualidade do Ambiente (Interior), Durabilidade e Acessibilidade e Gestão Ambiental e Inovação. Cada uma destas categorias está dividida em áreas que incorporam cinquenta critérios e um conjunto de pré-requisitos, iguais para todos os tipos de edifícios analisados. Apenas os níveis de desempenho, contidos em cada critério, são diferenciados de acordo com a função do empreendimento avaliado. A avaliação dos critérios é feita em conformidade com as soluções adoptadas e é necessário que estas tenham um desempenho ambiental superior à prática existente [44].

A classificação final deste método é apresentada sob forma de percentagem resultante da razão entre o número de critérios onde existam soluções com um desempenho superior à praticada, e a totalidade dos critérios. De acordo com, esta percentagem, o edifício pode-se situar numa das oito classes de avaliação existentes: E, D, C, B, A, A+, A++ e A+++, isto é, pode ter, no mínimo, um desempenho igual à prática usual ou ter, no máximo, um desempenho neutral ou até mesmo regenerativo, melhorando a qualidade ambiental [44].

Desde as primeiras cinco certificações até Maio de 2009, a versão 1.2 do Líder A foi aplicada a dez edifícios que obtiveram classificações entre B e A+.

5.4. A SUSTENTABILIDADE E A SELECÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Existem objectivos gerais que servem como base para a incorporação do conceito de sustentabilidade na selecção de materiais de construção. Deve-se ter em consideração a minimização do consumo de matérias-primas e energia, mantendo um grau razoável de satisfação e causando os menores impactos ambientais negativos possíveis.

A minimização do consumo de matérias-primas e energia é suportada pelo princípio da equidade, isto é, deixar, pelo menos, os mesmos recursos e qualidade ambiental que actualmente existem para as próximas gerações. Sendo assim, “fazer mais com menos” é uma divisa importante para a selecção dos materiais.

Por outro lado, as exigências humanas têm de ser uma componente na escolha dos materiais, uma vez que, ninguém aceita mudar se as suas necessidades não forem superadas. Minimizar o custo e assegurar o conforto e a segurança podem ser medidas para a implementação deste objectivo.

Finalmente, a minimização de impactos ambientais negativos como resultado do fabrico de materiais é um importante objectivo para uma escolha fundamentada pelos princípios da sustentabilidade, pois o ambiente é dividido em ecossistemas que influenciam em grande medida a sobrevivência humana. A preservação desta requer que o ambiente em geral seja protegido, respeitando a biodiversidade e os habitats. A opção por materiais cujos processos de fabrico sejam não poluentes ou que sejam passíveis de ser reciclados e reutilizados é um modo de introduzir esta componente.

Sendo assim, a medição do grau de sustentabilidade de uma material, tendo em vista a sua selecção, considera estes aspectos, servindo como base para a sua avaliação [45].

5.5. ALGUMAS DIRECTRIZES PARA UMA SELECÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO BASEADA NO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Neste ponto pretende-se apresentar algumas medidas, de fácil implementação, de forma a auxiliar a opção por um dado material incorporando o conceito de sustentabilidade.

O processo de selecção de materiais deve passar pela identificação da categoria do material, seguido pela avaliação das opções passíveis de exercer a mesma função, pela aquisição de informação técnica para sustentar esta escolha e, por fim, pela tomada de decisão por aquele que melhor cumprir as funções requeridas.

No domínio da sustentabilidade, aquando a aquisição de informação sobre um determinado material também dever-se-á ter em consideração os seguintes aspectos:

- a diminuição da energia global e de matérias-primas na construção;
- o impacto que o material ou que o método construtivo pode ter no ecossistema local;
- o que é consumido na produção do material e na construção;
- as emissões de gases prejudiciais e os respectivos impactos que tem no processo de fabrico;
- o impacto ambiental resultante das actividades envolvidas na produção do material e do edifício;
- o custo da manutenção em termos económicos e energéticos do material;
- a facilidade de reutilização e de reciclagem do material;
- a facilidade da reintegração ambiental dos seus resíduos.

Os princípios referidos podem ser traduzidos em algumas directrizes de selecção [36]. Por exemplo, quando existem dois materiais que cumprem do mesmo modo a função que lhes é requerida para o

mesmo preço, deve ser escolhido o menos tóxico, ou então, ou que estejam o mais perto possível do seu estado virgem de modo a minimizar a energia do seu processo de produção. Outra directriz de aplicação prática que pode ser considerada é o uso de materiais locais, de forma a minorar a energia gasta no transporte.

5.6. O OBJECTIVO SUPERIOR SUSTENTABILIDADE

De modo a ser aplicado o conceito de sustentabilidade à escolha dos materiais de construção, criou-se um Objectivo Superior, e consequentes Indicadores de Desempenho, que traduzem a energia incorporada no processo de fabrico dos diferentes materiais de construção. No Quadro 5.1. são apresentados alguns materiais e a respectiva energia associada ao processo de fabrico.

Note-se que, a energia incorporada varia entre os vários países. No entanto, os valores apresentados são valores médios europeus.

Este Objectivo Superior, à semelhança da metodologia MC.FEUP, foi subdividido em Objectivo Parcial, Objectivos-Critério e estes em Indicadores de Desempenho, conforme se apresenta na Fig. 5.1..

Objectivo Superior	Objectivo Parcial	Objectivos-Critério	Indicadores de Desempenho
SUSTENTABILIDADE	Energia Incorporada nos Materiais de Construção	Revestimentos	Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes
			Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Pavimentos
		Vãos Envidraçados	Energia Incorporada nos Materiais das Caixilharias
			Energia Incorporada nos Materiais das Protecções Exteriores de Vãos
		Zonas Opacas	Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico
			Energia Incorporada nos Materiais da Estrutura Resistente

Fig. 5.1. – Objectivo Superior Sustentabilidade, respectivo Objectivo Parcial, Objectivos-Critério e Indicadores de Desempenho.

Os valores apresentados no Quadro 5.1., foram agrupados por função e dentro dos vários conjuntos de materiais foram calculados percentis, de modo a serem divididos em intervalos para a posterior atribuição de classificação.

À semelhança da metodologia MC.FEUP, foram criados cinco níveis de qualidade numa escala de zero a quatro, em que zero corresponde aos materiais com maior consumo de energia no seu fabrico, e o quatro àqueles que necessitam de menos energia para serem fabricados.

Para este Objectivo Superior apenas se considerou a energia incorporada, excluindo-se, assim, a parte associada ao transporte. Esta opção é compreensível, na medida em que, o valor desta depende em muito do tipo de recursos existentes em cada país e do meio de transporte utilizado. Por outro lado, estes dependem da localização da obra. Sendo assim, tendo muitos outros factores associados, a anexação da energia utilizada para o transporte dos materiais a estes Indicadores não seria universal para todos os projectos, podendo mesmo levar a uma análise menos precisa.

A avaliação proposta para os vários Indicadores de Desempenho associados ao Objectivo Parcial Energia Incorporada nos Materiais de Construção é apresentada nos pontos seguintes assim como a sua aplicação à amostra em estudo.

Quadro 5.1. – Energia incorporada de alguns materiais de construção [45].

Materiais de Construção	Energia Incorporada (MJ/kg)	Energia Incorporada (MJ/m ³)
Tinta à Base de Água	88,50	115/l
Tinta	90,40	118/l
Tinta à Base de Solvente	98,10	128/l
Rocha Virgem	0,04	63
Impermeabilização de Celulose	3,30	112
Impermeabilização de Lã de Rocha	14,60	139
Agregados	0,10	150
Madeira Mole Serrada Seca ao Ar	0,30	165
Areia	0,10	232
Madeira Dura Serrada Seca ao Ar	0,50	388
Impermeabilização de Poliéster	53,70	430
Madeira Mole Serrada Seca em Estufa	1,60	880
Impermeabilização de Fibra de Vidro	30,30	970
Madeira Dura Serrada Seca em Estufa	2,00	1550
Pedra Natural	6,80	1890
Impermeabilização de Poliestireno	117,00	2340
Poliestireno Expandido	117,00	2340
Betão Pronto (17,5 Mpa)	1,00	2350
Betão Pronto (30,0 Mpa)	1,30	3180
Argamassa	2,00	3200
Betão Pronto (40,0 Mpa)	1,60	3890
Tijolo	2,50	5170
Mosaico Cerâmico/Azulejo	2,50	5250
Placa de Gesso	6,10	5890
Gesso	4,50	6460
Asfalto para Pavimentação	3,40	7140
Poliéster	53,70	7710

Quadro 5.1. – Energia incorporada de alguns materiais de construção [45] (continuação).

Materiais de Construção	Energia Incorporada (MJ/kg)	Energia Incorporada (MJ/m ³)
Contraplacado de Madeira de Densidade Média (MDF)	11,90	8330
Tábua de Madeira Mole	24,20	13310
Placa de Fibrocimento	9,50	13550
Ladrilho Cerâmico Vitrificado	7,20	14760
Fibra de Vidro Reforçada com Betão	7,60	14820
Cimento	7,80	15210
Papel	36,40	33670
Aço Reciclado	10,10	37210
Folha de Alumínio	14,80	39960
Vidro	15,90	40060
Vidro Laminado	16,30	41080
Poliuretano	74,00	44400
Latex de Origem Vegetal	67,50	62100
Vidro Temperado	26,20	66020
Polietileno de Baixa Densidade (PEBD)	103,00	91800
Policloreto de Vinilo (PVC)	70,00	93620
Polietileno de Alta Densidade (PEAD)	103,00	97340
Vinil para Revestimento	79,10	105990
Linóleo	116,00	150930
Aço Virgem	32,00	251200
Aço Galvanizado	34,80	273180
Aço Estrutural	35,00	274570
Zinco	51,00	364140
Vidro Pintado	14,90	375450
Chumbo	35,10	398030
Alumínio Virgem	191,00	515700
Bronze	62,00	519560
Alumínio Extrudido	201,00	542700
Alumínio Extrudido Pintado de Fábrica	218,00	588600
Alumínio Extrudido Anodizado	227,00	612900
Cobre	70,60	631160

5.6.1. ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A avaliação proposta para estes Indicadores pode ser tomada em consideração aquando a selecção dos materiais quer estruturais quer de revestimentos e arranjos interiores. Note-se que a análise já realizada pelos Indicadores existentes em nada transpõe o âmbito dos associados ao Objectivo Parcial Energia Incorporada nos Materiais de Construção. Na realidade e em teoria, a sustentabilidade deveria ser um conceito incorporado nos critérios de avaliação propostos na metodologia MC.FEUP. No entanto, na altura da elaboração do referido método de avaliação da qualidade de projectos, esta preocupação não

estava na ordem do dia. Sendo assim, a proposta de avaliação da energia incorporada nos materiais de construção é feita através de uma análise independente.

5.6.1.1. Revestimentos

O Objectivo-Critério Revestimentos foi dividido em Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes e dos de Pavimentos. Embora exista esta subdivisão, a proposta de classificação é a mesma, uma vez que os materiais aplicados nestas duas zonas são em tudo semelhantes.

A classificação proposta é apresentada no Quadro 5.2..

Quadro 5.2. – Proposta de classificação para os Indicadores de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes e dos de Pavimentos.

Nota	Situação	Exemplos de Revestimentos
4	$E. \text{ Incorporada} < 2000 \text{ MJ/m}^3$	Tinta, Madeira, Pedra Natural
3	$2000 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 6000 \text{ MJ/m}^3$	Reboco, Azulejo, Placa de Gesso
2	$6000 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 14000 \text{ MJ/m}^3$	MDF, Tábua de Madeira Mole, Placa de Fibrocimento
1	$14000 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 40000 \text{ MJ/m}^3$	Ladrilho Cerâmico Vitrificado, Folha de Alumínio, Papel
0	$E. \text{ Incorporada} \geq 40000 \text{ MJ/m}^3$	Vinil, Linóleo, Zinco

Por escassez dos dados fornecidos, apenas foi considerado o Indicador Energia Incorporada nos Materiais de Revestimentos de Paredes. Para a análise em questão, estudou-se as paredes das zonas correntes e as das zonas húmidas.

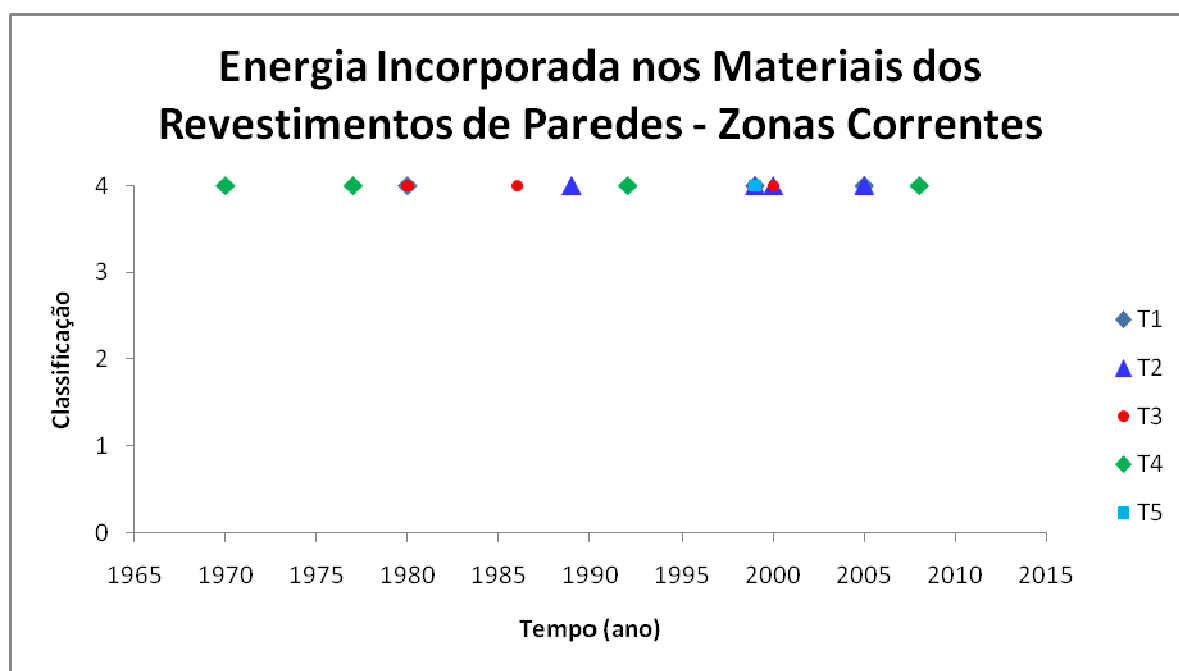


Fig. 5.2. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes aplicado às zonas correntes, em função do ano de construção.

As paredes em zonas correntes, em todos os edifícios de habitação analisados, são revestidas a tinta à base de água. Mais uma vez, segundo o Quadro 5.1., a este material corresponde uma energia incorporada de 118 MJ/l, ou seja, 0,118 MJ/m³, estando, deste modo, associado à nota 4.

Em suma:

- o revestimento deste local é tinta, logo o Indicador Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes aplicado às zonas correntes, obteve a nota quatro.

Os valores do Indicador Energia Incorporada nos Materiais de Revestimentos de Paredes aplicado às zonas húmidas são apresentados na Fig. 5.3..

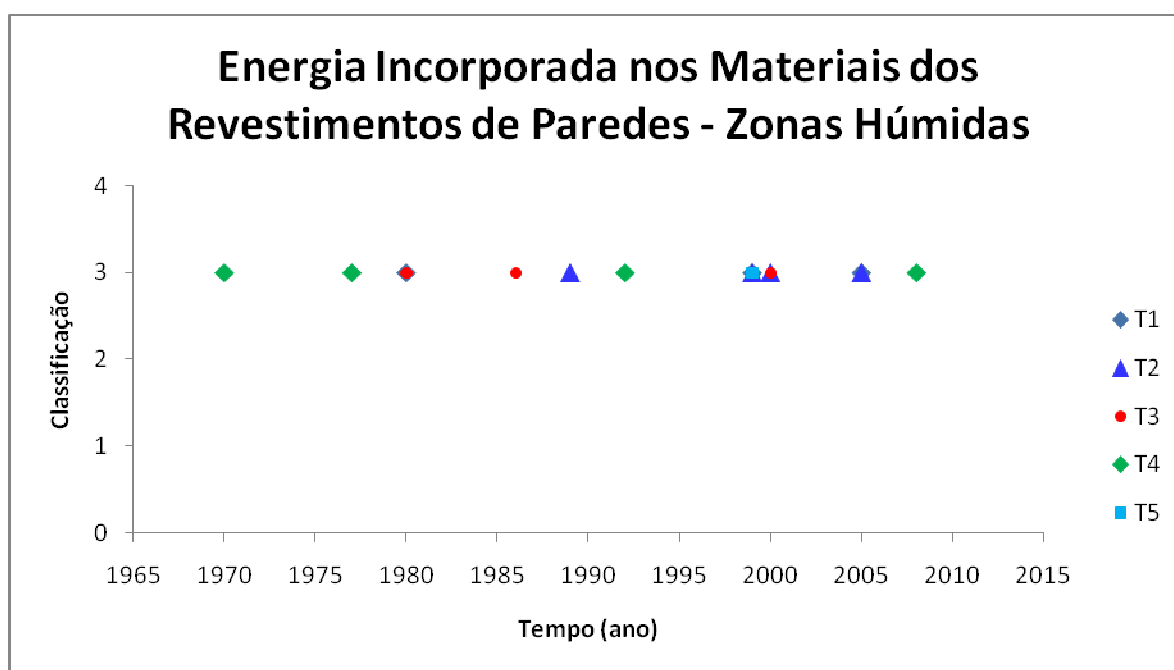


Fig. 5.3. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes aplicado às zonas húmidas, em função do ano de construção.

Claro está, que a classificação deste Indicador nas paredes das zonas húmidas não poderia ser diferente, uma vez que é, para toda a amostra, mosaico cerâmico. Este material, segundo [45], tem uma energia incorporada de 5250 MJ/m³ correspondendo uma classificação de três.

Seria mais aconselhável, por exemplo, no âmbito deste Indicador, a utilização de tinta ou de madeira. Porém, estes materiais são pouco eficazes como revestimentos nestas zonas em que a exposição ao vapor de água é elevada.

Resumindo:

- em toda a amostra, para os revestimentos de paredes em zonas húmidas, a classificação obtida é três.

5.6.1.2. Vãos Envidraçados

Neste Objectivo-Critério foram analisados dois Indicadores de Desempenho. O primeiro relacionado com a energia incorporada nos materiais das caixilharias e o segundo com a protecção exterior dos vãos envidraçados.

Mais uma vez, não foi feita, em termos de classificação, uma distinção para estes dois Indicadores, pois os materiais utilizados para estas duas componentes são idênticos.

A classificação proposta é apresentada no Quadro 5.3..

Quadro 5.3. – Proposta de classificação para os Indicadores de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais das Caixilharias e das Protecções Exteriores de Vãos.

Nota	Situação	Exemplos de Materiais de Caixilharias ou de Protecções Exteriores de Vãos
4	$E. \text{ Incorporada} < 30000 \text{ MJ/m}^3$	Madeira
3	$30000 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 200000 \text{ MJ/m}^3$	Aço Reciclado, PVC
2	$200000 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 370000 \text{ MJ/m}^3$	Aço Virgem ou Galvanizado
1	$370000 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 550000 \text{ MJ/m}^3$	Alumínio Virgem ou Extrudido
0	$E. \text{ Incorporada} \geq 550000 \text{ MJ/m}^3$	Alumínio Extrudido Pintado em Fábrica ou Anodizado

Nas Fig.5.4. e 5.5., é feita a aplicação destes Indicadores às habitações em estudo.

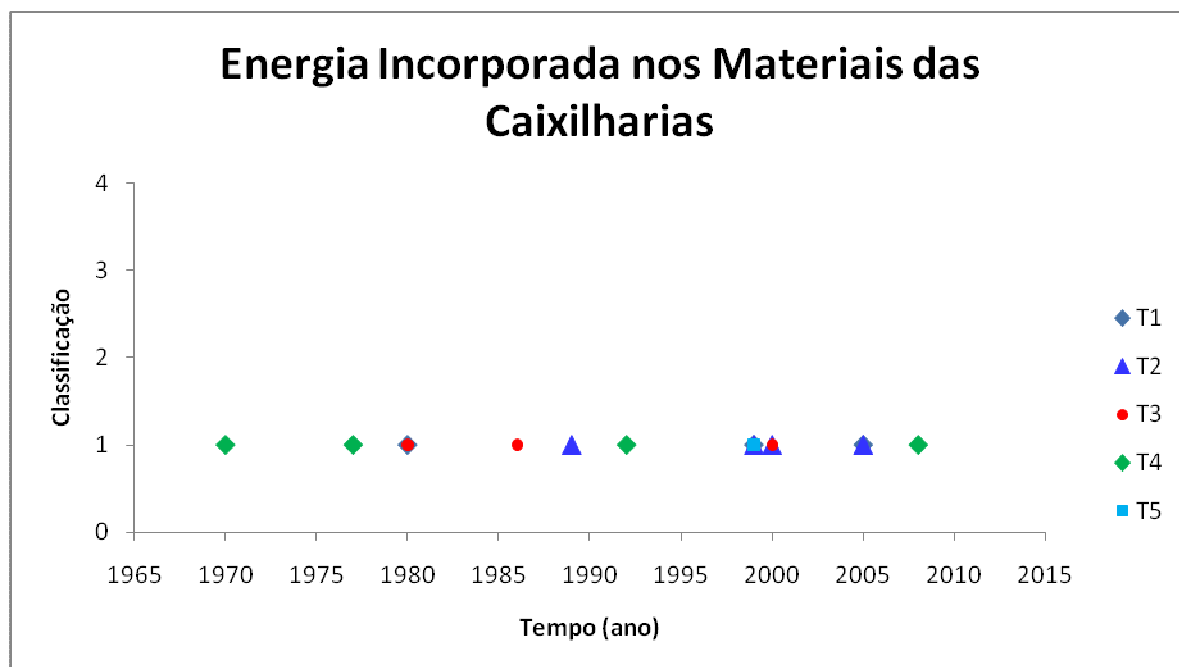


Fig. 5.4. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais da Caixilharias, em função do ano de construção.

As caixilharias de todos os edifícios analisados da empresa são de alumínio. Segundo [45], a este material corresponde uma energia incorporada de 515700 MJ/m^3 , ou seja, uma nota, pelo Quadro 5.3., de um.

Este material é extremamente durável e cumpridor dos requisitos do Indicador de Desempenho Tipo de Caixilharias. No entanto, no domínio do presente capítulo, o alumínio requer uma grande quantidade de energia para a sua produção.

Neste caso, seria mais aconselhável, por exemplo, a utilização de madeira ou de PVC nas caixilharias, tendo este último material, actualmente, custos aproximadamente equivalentes ao alumínio.

Sumariamente:

- em todas as fracções o material utilizado nas caixilharias é o alumínio, que corresponde à nota um.

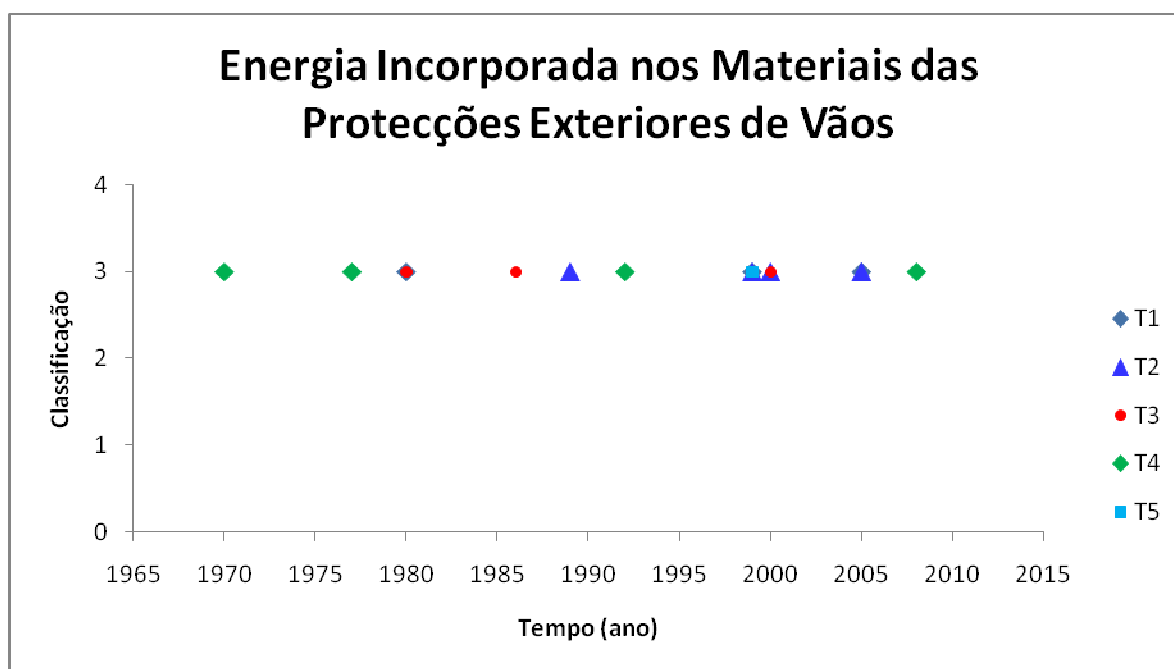


Fig. 5.5. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais das Protecções Exteriores de Vãos, em função do ano de construção.

O material das protecções exteriores de vãos de todos os edifícios analisados é o policloreto de vinilo, designado, habitualmente, por PVC. Segundo o Quadro 5.1., este material corresponde uma energia incorporada de 93620 MJ/m^3 , situando-se, deste modo, no nível três da classificação proposta para o Indicador de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais das Protecções Exteriores de Vãos.

Na mesma medida que o Indicador anterior, seria mais vantajoso no presente domínio a utilização de outros materiais como, por exemplo, a madeira.

Resumindo:

- ao serem de PVC, a nota do Indicador de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais das Protecções Exteriores de Vãos é, pela classificação proposta, três.

5.6.1.3. Zonas Opacas

No Objectivo-Critério Zonas Opacas foram considerados, igualmente, dois Indicadores de Desempenho – Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico e nos Materiais da Estrutura Resistente.

Neste estudo, contrariamente aos Objectivos-Critério anteriores, foram consideradas duas classificações independentes para cada um dos Indicadores. Por outro lado, uma vez que não existe tanta diversidade de materiais nestes domínios como existe para os anteriores, a classificação proposta só tem três níveis de avaliação.

A classificação para o Indicador Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico é referida no Quadro 5.4..

Quadro 5.4. – Proposta de classificação para o Indicador de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico.

Nota	Situação	Exemplos de Materiais de Isolamento Térmico
4	E. Incorporada < 200 MJ/m ³	Celulose ou Lã de Rocha
2	200 MJ/m ³ ≤ E. Incorporada < 650 MJ/m ³	Poliéster
0	E. Incorporada ≥ 650 MJ/m ³	Poliestireno

A avaliação das fracções analisadas é apresentada na Fig. 5.6..

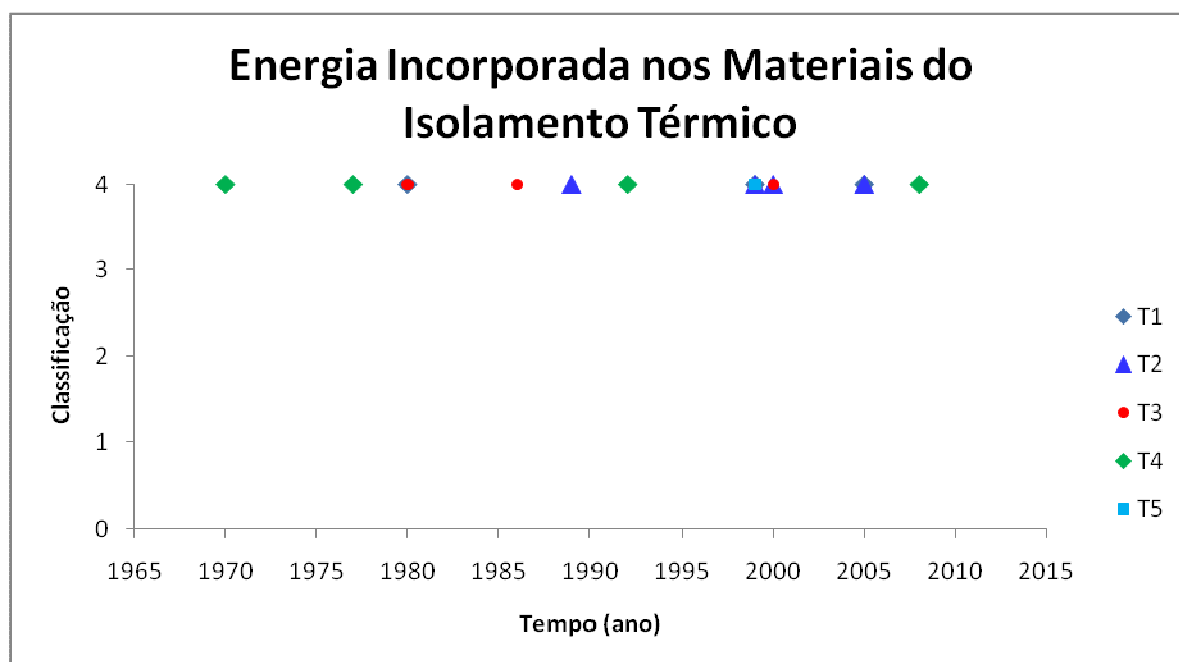


Fig. 5.6. – Evolução do Indicador Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico, em função do ano de construção.

O Isolamento Térmico utilizado em todas as fracções é lã de rocha que, segundo [45], tem uma energia incorporada de 139 MJ/m^3 . Pela classificação proposta no Quadro 5.4., corresponde à nota quatro.

Em termos de energia necessária para o processo de fabrico, a lã de rocha é preferível ao poliestireno expandido ou extrudido. Para além disso, é facilmente reciclável.

Concluindo:

- a lã de rocha, que é utilizada em toda a amostra como material de isolamento térmico, corresponde a uma classificação de quatro.

Para o Indicador Energia Incorporada nos Materiais da Estrutura Resistente foi proposto o apresentado no Quadro 5.5..

Quadro 5.5. – Proposta de classificação para o Indicador de Desempenho Energia Incorporada nos Materiais da Estrutura Resistente.

Nota	Situação	Exemplos de Materiais de Estrutura Resistente
4	$E. \text{ Incorporada} < 2800 \text{ MJ/m}^3$	Betão Pronto (17,5 MPa ou 30,0 MPa), Madeira
2	$2800 \text{ MJ/m}^3 \leq E. \text{ Incorporada} < 4000 \text{ MJ/m}^3$	Betão Pronto (40,0 MPa)
0	$E. \text{ Incorporada} \geq 4000 \text{ MJ/m}^3$	Tijolo, Aço Estrutural

Por falta de dados, não foi feita a aplicação deste Indicador de Desempenho aos edifícios em estudo.

Note-se que, pela análise do Quadro 5.5., que o betão de menor resistência é uma escolha mais vantajosa, do ponto de vista da energia incorporada, face ao tijolo ou ao aço.

A aplicação deste Indicador à amostra em estudo poderia ter sido mais exaustiva. No entanto, pela escassez de informação, foi feita, apenas, uma demonstração de resultados em alguns pontos em que há maior variabilidade de materiais.

5.7. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO OBJECTIVO SUPERIOR SUSTENTABILIDADE

Uma das análises do Objectivo Superior Sustentabilidade poderia ser a quantificação da energia incorporada em cada unidade de superfície das habitações, isto é, o correspondente à relação entre o somatório de todas as energias associadas ao fabrico dos diferentes materiais e a área de cada fracção. Por falta de informação, apenas se irá desenvolver alguns dos Indicadores de Desempenho propostos, mas este método pode ser aplicado a todos os materiais de construção existentes nas habitações. Na realidade, o objectivo seria obter a quantidade de energia incorporada associada a todos os materiais constituintes de uma determinada fracção por m^2 de área útil de pavimento da mesma, de forma a ser independente da tipologia e, consequentemente da área da habitação.

5.7.1. QUANTIFICAÇÃO DA ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DOS REVESTIMENTOS INTERIORES DE PAREDES E DO ISOLAMENTO TÉRMICO ASSOCIADA À AMOSTRA EM ESTUDO

Para a quantificação da quantidade de energia incorporada nos materiais dos revestimentos interiores de paredes de cada uma das habitações em estudo assim como do isolamento térmico, procedeu-se à avaliação da superfície que os mesmos representam.

Sabendo o tipo de revestimento interior das paredes em zonas comuns, que é idêntico em todas as fracções, ou seja, tinta à base de água, e tendo o valor da área total em que o mesmo é aplicado, consegue-se obter a quantidade de energia incorporada deste material para cada apartamento.

O rendimento associado à tinta à base de água é 15 m²/l, tem-se que o valor da energia incorporada em cada m² de tinta é 7,5 MJ. A energia incorporada associada ao revestimento interior das paredes de cada fracção é o calculado pela expressão 5.1..

$$E.I._{fracção} = E.I._{revestimento(m^2)} \times A_{total\ paredes} \quad (5.1.)$$

Os valores obtidos para a amostra são os apresentados na Fig. 5.7..

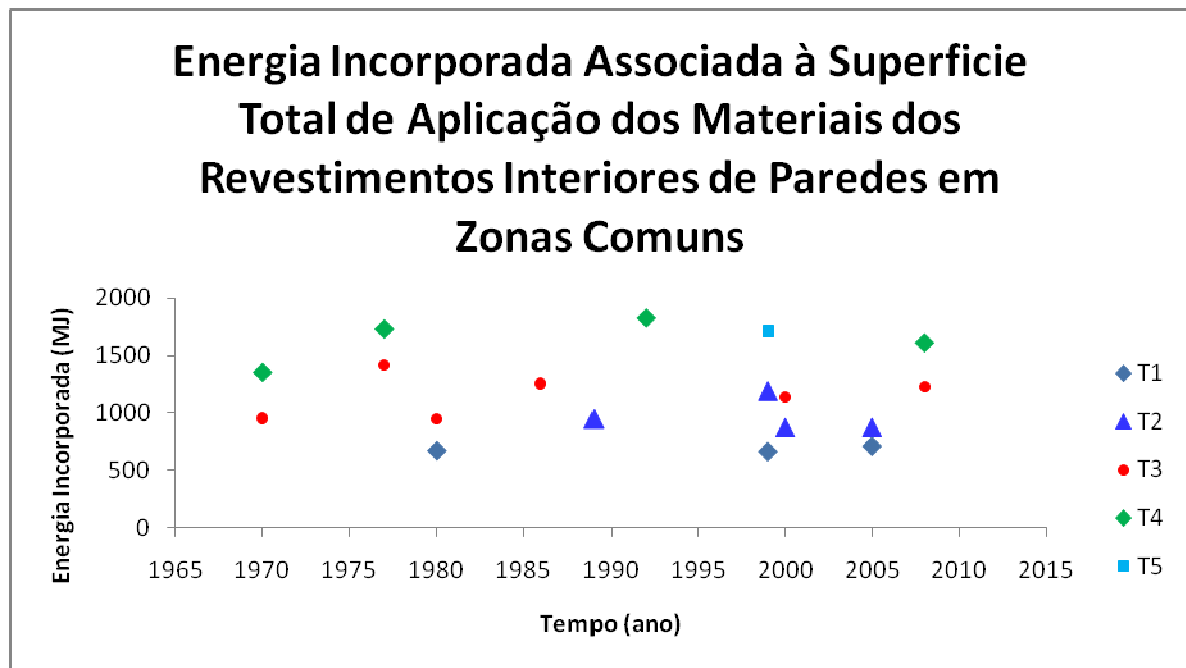


Fig. 5.7. – Evolução da energia incorporada associada à superfície total de aplicação dos materiais dos revestimentos interiores de paredes em zonas comuns em função do ano de construção.

A superfície de aplicação dos revestimentos interiores aumenta em função da área total do apartamento, isto é, o número de paredes e a área destas é maior quanto maior for a dimensão da habitação. Sendo assim, para as fracções com maiores dimensões de paredes vai estar associada a maior quantidade de energia incorporada.

Por observação da Fig. 5.7., os valores da energia incorporada aumentam com a tipologia à excepção do T5 e do T3 de 2000 que têm valores inferiores aos da tipologia imediatamente abaixo.

O mesmo procedimento foi feito para os revestimentos interiores das zonas húmidas. Neste caso, o material utilizado é o mosaico cerâmico. Considerando uma espessura de 7 mm e multiplicando a mesma pela energia incorporada dada no Quadro 5.1., obtém-se o valor da energia incorporada mas por unidade de superfície de parede. Através da expressão 5.1. calcula-se a quantidade de energia incorporada para cada fracção.

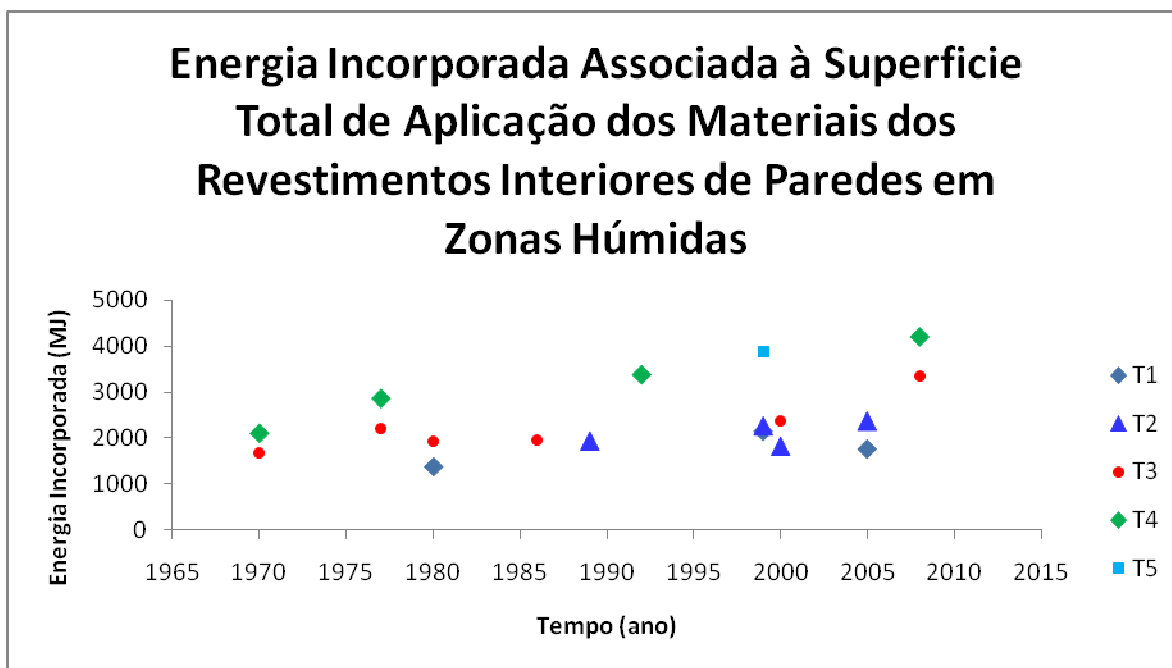


Fig. 5.8. – Evolução da energia incorporada associada à superfície total de aplicação dos materiais dos revestimentos interiores de paredes em zonas húmidas em função do ano de construção.

Tem-se assistido a um aumento dos valores da energia incorporada. Claro está que, pela causa que já foi referida anteriormente, a energia associada ao fabrico dos materiais de revestimentos aumenta em função da tipologia. No entanto, existem alguns casos em que isto não acontece, como se observa na Fig. 5.8..

No que respeita ao isolamento térmico, o cálculo foi em tudo semelhante. Sabendo que o isolamento é o mesmo em todos os apartamentos e que tem de espessura 3 cm, aplicando a expressão 5.1. obteve-se os resultados apresentados na Fig. 5.9..

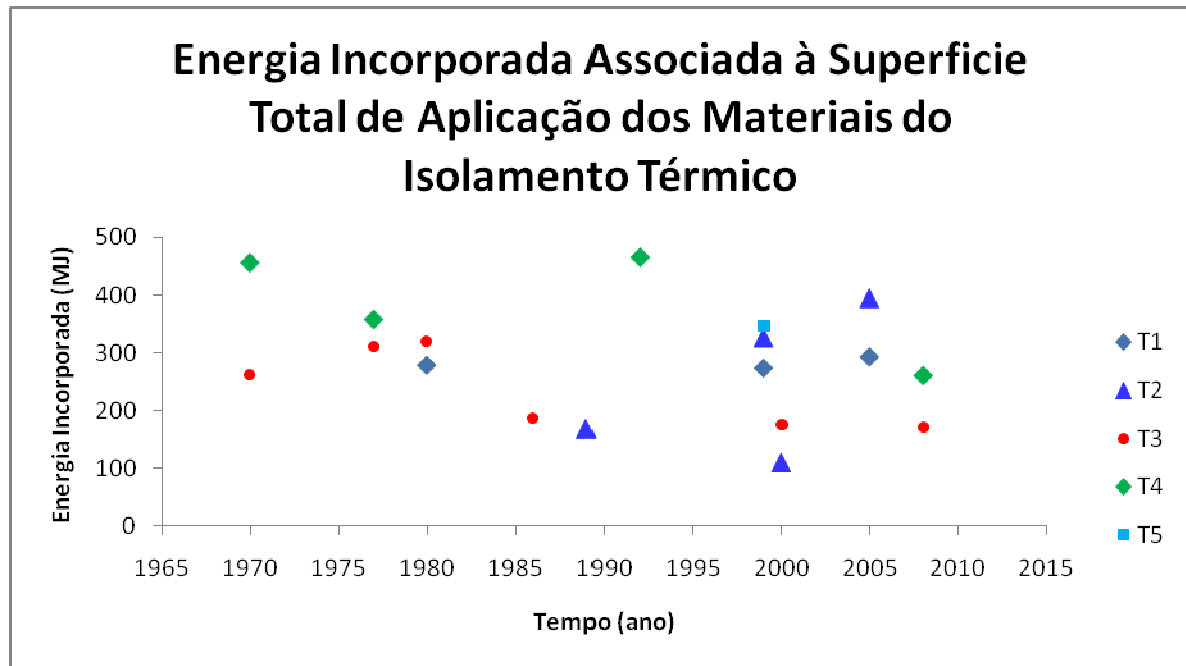


Fig. 5.9. – Evolução da energia incorporada associada à superfície total de aplicação dos materiais do isolamento térmico em função do ano de construção.

Contrariamente do que se observa nas Fig. 5.7. e 5.8., existe uma grande dispersão de valores que não estão relacionados com a tipologia. Na realidade, este aspecto varia se for um edifício isolado ou se for em banda, correspondendo, respectivamente, a mais ou menos isolamento térmico, uma vez que este não é aplicado em paredes divisórias de habitações diferentes.

Se for estabelecida a relação entre os resultados da Fig. 5.7., 5.8., 5.9. e a área total de pavimentos dos respectivos apartamentos obtém-se o valor da energia incorporada em cada unidade de área de cada habitação, como se apresenta na Fig. 5.10..

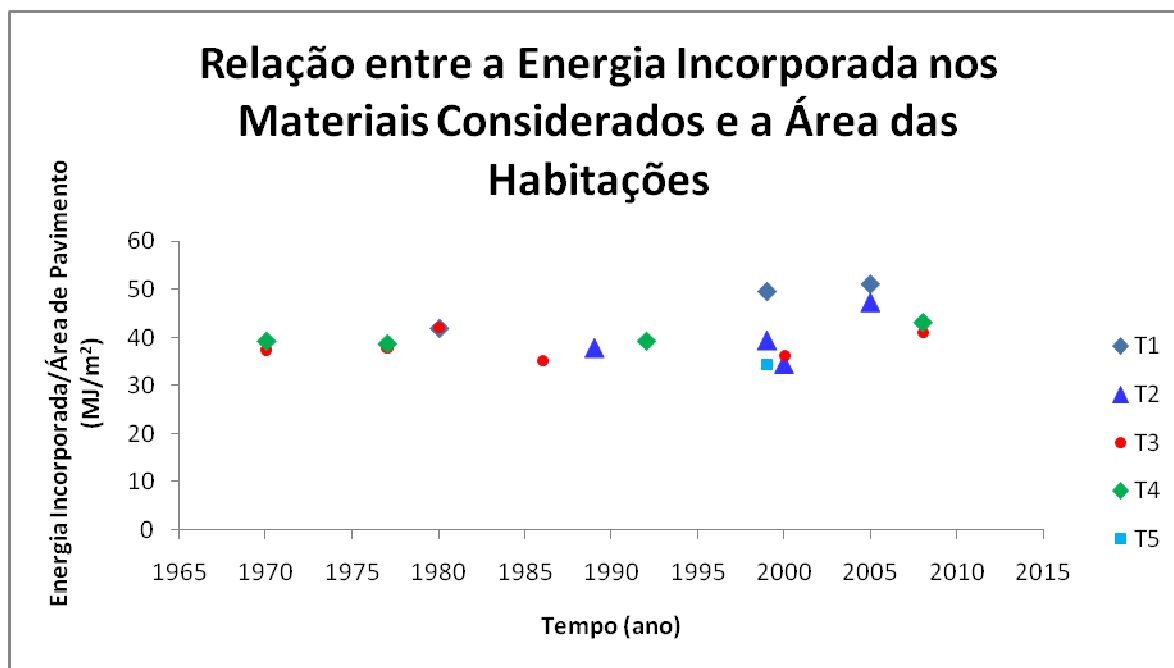


Fig. 5.10. – Evolução da relação entre a energia incorporada nos materiais dos considerados e a área das habitações em função do ano de construção.

Na realidade, tendo em consideração a área das diferentes fracções, o valor da energia incorporada não apresenta grandes variações, nem em função do ano de construção nem em função da tipologia.

5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste capítulo pretendeu-se sensibilizar para uma escolha de materiais criteriosa baseada no conceito de sustentabilidade. Note-se que existe muitos outros parâmetros que se deve tomar em consideração na sua selecção. Idealmente, no âmbito do presente capítulo, os materiais deveriam ser seleccionados de acordo com a quantidade de energia consumida na sua produção e transporte, de gases prejudiciais ao longo do seu ciclo de vida e com a capacidade de ser reutilizado ou reciclado. Na realidade, qualquer um destes parâmetros tem impactes no meio ambiente. Por exemplo, a madeira produz cerca de 0,1 % da quantidade de CO₂ que a mesma massa de contraplacado de madeira emite em todo o seu ciclo de vida [45]. Por outro lado, o impacto da energia incorporada diminui se um material for passível de ser reutilizado ou reciclado, isto é, se o seu ciclo de vida for extenso. De facto, a quantidade de energia incorporada numa estrutura de betão armado é menor do que numa de aço, como foi analisado anteriormente. No entanto, é muito mais difícil a reciclagem do betão e a sua aplicação depois deste processo do que a do aço.

Porém, a avaliação destes parâmetros sobre um dado material é muito menos objectiva do que a quantidade de energia incorporada, o que iria constituir uma análise altamente complexa.

A aplicação dos Indicadores de Desempenho associados à Energia Incorporada nos Materiais de Construção permitiu constituir uma visão ecológica de alguns materiais usados na amostra analisada. É necessário ter em consideração que, aquando a sua escolha, foi dada maior importância ao desempenho funcional. Por outro lado, na maioria das habitações, na altura da sua construção ainda

não era referida como preocupação a sustentabilidade na construção civil. Da aplicação à amostra analisada obtiveram-se as conclusões do Quadro 5.6..

Quadro 5.6. – Conclusões sobre o Objectivo Parcial Energia Incorporada nos Materiais de Construção e respectivos Indicadores.

SUSTENTABILIDADE	
ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	
REVESTIMENTOS	
Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes - Zonas Correntes	Energia Incorporada nos Materiais dos Revestimentos de Paredes - Zonas Húmidas
o revestimento deste local é tinta, logo obteve a nota quatro	em toda a amostra, o revestimento é mosaico cerâmico e a classificação obtida é três
VÃOS ENVIDRAÇADOS	
Energia Incorporada nos Materiais das Caixilharias	Energia Incorporada nos Materiais das Protecções Exteriores de Vãos
em todas as fracções o material utilizado é o alumínio, que corresponde à nota um	as protecções exteriores ao serem de PVC, a nota é, pela classificação proposta, três
ZONAS OPACAS	
Energia Incorporada nos Materiais do Isolamento Térmico	
a lã de rocha, que é utilizada em toda a amostra como material de isolamento térmico, corresponde a uma classificação de quatro	

O objectivo desta aplicação era apenas uma demonstração da quantificação através da classificação proposta para estes Indicadores de Desempenho.

Por outro lado, o desenvolvimento da aplicação do método de avaliação do Objectivo Superior Sustentabilidade pode ser muito mais exaustivo, tendo sido somente feito a título exemplificativo.

Existem, porém, outras medidas, apresentadas nos métodos do subcapítulo 5.3., que podem ser tomadas para esta escolha de materiais de forma a contribuir para o não esgotamento das energias e matérias-primas não renováveis.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. A EMPRESA ANALISADA, UMA MARCA DE QUALIDADE NA REALIDADE DAS NORMAS DA SÉRIE ISO 9000:2000

No início deste trabalho apresentou-se uma empresa como uma marca de qualidade, ao longo dos mais de cinquenta anos da sua existência, na cidade do Porto. No entanto, esta qualificação era apenas dada pelo seu sucesso de promotor/construtor junto dos seus clientes.

O estudo detalhado das suas habitações, confirmou, de forma objectiva, aquilo que a sociedade, dentro e fora do sector da construção, afirmava. Na realidade, esta empresa tem tido associado aos seus projectos habitacionais, na maioria dos parâmetros analisados, um nível elevado e homogéneo de qualidade. De facto, a preocupação por uma construção adequada às necessidades dos utilizadores finais, garantindo que as suas exigências serão satisfeitas foi, nas últimas sete décadas, traduzida nos projectos e no período de pós-construção. Note-se que mesmo em domínios em que ainda não existia regulamentação aplicável, os limites legais, posteriormente em vigência, já eram satisfeitos.

O facto de na análise só ter sido possível abranger alguns parâmetros deve-se à normalização de procedimentos internos consequente da estabilidade assistida no interior desta empresa, provocando a diminuição do número e da diversidade de peças escritas associadas aos projectos. Esta situação também se traduziu, em alguns dos Indicadores de Desempenho, na evolução nula no período analisado. A baixa rotatividade de projectistas e de outros funcionários pode apresentar muitas vantagens, tendo como maiores impactes o tempo de execução do projecto e da obra. Por outro lado, uma estabilidade das equipas de trabalho contribui para a interiorização das estratégias e princípios da empresa, nomeadamente o da procura pela qualidade. A ISO 9000, nas suas diferentes versões, não aponta como princípio para a melhoria contínua do desempenho da empresa a estabilidade da mesma. Provavelmente, seria oportuno incluí-lo, com um maior realce numa actual situação de crise económica. Esta filosofia vai também auxiliar a implementação dos outros princípios referidos na ISO 9000, como por exemplo, a criação de unidade nos objectivos da empresa ou mesmo a simplificação da abordagem por processos. Note-se também que uma grande variabilidade do corpo operacional pode por em causa a certificação ao abrigo destas normas, pois esta é apenas dada sob determinados cenários que podem não ser correspondidos quando há grandes diferenças das equipas e estratégias de trabalhos.

Esta empresa concentrou os seus esforços, na grande maioria do seu tempo de existência, na construção de habitações. Isto permitiu que conhecesse, com pormenor, as necessidades dos clientes e que se focasse em suprir as suas expectativas.

6.2. CONTRIBUTOS E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

No presente estudo analisou-se a evolução de uma empresa através de Indicadores de Desempenho. Com isto, para além de uma exposição pública de realce da história de qualidade desta empresa, pretendeu-se focar a necessidade da utilização de métodos de avaliação da qualidade de projectos como uma avaliação interna e como auxílio na aquisição daquele que é o bem mais dispendioso para as famílias portuguesas. Por outro lado, foram introduzidas as preocupações de impactes ambientais, que já constavam em algumas metodologias. Actualmente, é oportuno ter presente, ao longo do projecto, estas novas exigências da sociedade. Importa, agora, reflectir sobre os possíveis desenvolvimentos futuros e potenciais utilidades que este trabalho poderá vir a ter.

Em primeiro lugar, este estudo pretende ser uma confirmação objectiva do nível de qualidade existente no parque da empresa em análise. Do mesmo modo que foi feito para esta empresa, poderá ser aplicado a outras, mesmo como uma avaliação interna para poder definir opções e estratégias futuras. Note-se que a utilização destes métodos pode também criar um sistema de informação da empresa que possibilite uma maior segurança e confiança nas decisões tomadas.

Numa situação de crise no subsector da construção, aplicado a empresas desta área, constitui uma fonte de informação para as entidades financiadoras e seguradoras, permitindo a definição das condições económicas em função do historial do nível de qualidade, protegendo assim o utilizador e a própria entidade.

Com a integração do Objectivo Superior Sustentabilidade pretendeu-se que, de uma maneira simplificada e concreta, se pudesse incluir as preocupações de impactes ambientais nos métodos de qualidade de projectos. Porém, apenas foi analisado e quantificado uma das muitas componentes do ciclo de vida dos materiais e, conseqüentemente, da habitação, pretendendo ser, simplesmente, uma primeira abordagem ao assunto. Este estudo não inviabiliza a criação de outros Objectivos Parciais relacionados com o desenvolvimento sustentável.

A aplicação de métodos de avaliação da qualidade de projectos e Indicadores de Desempenho não foi estendida a todos os domínios que compõe um projecto de uma habitação, pela dificuldade em obtenção de dados. Deixa-se em aberto a possibilidade de introduzir e avaliar outros Indicadores de Desempenho relacionados, por exemplo, com a segurança estrutural ou com a eficiência e manutenção das instalações.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Knox, P. L. *Urban Social Geography: An Introduction, 3rd Edition*, Routledge, 1995.
- [2] Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J., Antunes, C. H. *A Multicriteria Decision Support System for Housing Evaluation*, Building and Environment, 23/12/2006, 779-790, Elsevier, Coimbra, 2006.
- [3] Carreira, H. M. *Projecto de Reforma da Tributação do Património, Cadernos de Ciência e Técnica Fiscal*, Comissão da Reforma da Tributação do Património, Centro de Estudos Fiscais, Direcção-Geral dos Impostos, Ministério das Finanças, Lisboa, 1999.
- [4] INE – Instituto Nacional de Estatística, *CENSUS 2001*, Lisboa, 2001.
- [5] Costa, J. M. *Métodos de Avaliação da Qualidade de Projectos de Edifícios de Habitação*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1995.
- [6] Kernohan, D, Gray, J, Daish, J, Duncan, J. *User Participation in Building Design and Management: a Generic Approach to Building Evaluation*. Butterworth Architecture; Londres, 1992.
- [7] Rebaño-Edwards, S. *Modelling Perceptions of Building Quality – A Neural Network Approach*. Building and Environment, 11/07/2006, 2762-2777, Elsevier, 2006.
- [8] British Standards Institution, *BS 4778:1991*, Londres, 1991.
- [9] Fernandes, S. *Melhoria da Qualidade da Habitação como Estratégia de Marketing*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Minho, 2006.
- [10] Costa, J. M. *Apontamentos da Unidade Curricular Qualidade na Construção*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [11] International Organization for Standardization, *ISO 9000:2008*, Genebra, 2008.
- [12] Pedro, J. O. *Definição e Avaliação da Qualidade Arquitectónica Habitacional*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, 2000.
- [13] Ohashi, E. A., Melhado, S. *A Importância dos Indicadores de Desempenho nas Empresas Construtoras Incorporadas com Certificação ISO 9001:2000*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- [14] Trehin, C., *Qualitel Method and Label*. Comunicação ao Europeu Symposium on Management, Quality and Economics in Housing. Quality and Economics in Housing, 11/10/1991, Londres, 914-919, A. Bezelga e P. Brandon E&FN Spo, Londres.
- [15] Association Qualitel, *Guide Qualitel*. Paris, 1993.
- [16] www.cerqual.fr Consultado a 11/11/2009.
- [17] Costa, J. M., Sousa, H., Cunha, A. M., Magalhães, P. M., Guimarães, N. *A Qualificação de Edifícios: Experiências e Metodologias*. QIC2006, LNEC, 2006.
- [18] Sousa, M. J. *Aplicação do Método SEL a Projectos de Edifícios de Habitação Elaborados em Portugal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1994
- [19] Costa, J. M. *Métodos de Avaliação da Qualidade de Projectos – Características, Desenvolvimento e Implementação*. SCC, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1986.

- [20] Wiegand, J., Aellen, K., Keller, T. *Evaluation de logements – Système d'évaluation de logements (SEL) – Edition 1986*. Bulletin du logement, Volume 35. Office Fédéral du Logement, Berna, 1992.
- [21] Wiegand, J., Aellen, K., Keller, T. *Evaluation de logements – Système d'évaluation de logements (SEL) – Edition 2000*. Bulletin du logement, Volume 35. Office Fédéral du Logement, Berna, 2000.
- [22] *Hampton Roads Regional Special Inspection Guidelines and Procedures*, Virginia, 2005.
- [23] <http://permittingservices.montgomerycountymd.gov> Consultado a 27/10/2009.
- [24] www.ct-ce.org/ctce.pl Consultado a 27/10/2009.
- [25] *Série Guias de la Calidad – Guia de Proyecto del Perfil de Calidad*. Generalitat Valenciana – Instituto Valenciano de la Edificación, Valência, 2005.
- [26] Eenschooten, M. Le Logement de 1978 à 1984: *Toujours Plus Grand et Toujours Mieux*. Volume 206-1, 33-43, Economie et Statistique, Paris, 1988.
- [27] Trigo, J. T., Cabrita, A. R., Appleton, J., Braz, A. O., *Análise dos Empreendimentos Apoiados pelo INH – Instituto Nacional de Habitação*. Relatório 119/89-DED. LNEC, Lisboa, 1989.
- [28] *Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios*. Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril de 2006. Porto Editora, Porto.
- [29] Bureau Securitas. *Étude Statistique de 10000 Dossiers de Sinistres*. Annales de L'Institute Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, n.º 378, L'Institute Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Paris, 1979.
- [30] Pereira, Luz V., Gago, M. *Inquérito à Habitação Urbana*. ICT/DIT 12. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1984.
- [31] Freitas, V. *Apontamentos da Unidade Curricular Térmica dos Edifícios*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- [32] *Regulamento Geral de Edificações Urbanas*. Decreto-Lei n.º 38382 de 7 de Agosto de 1951. Porto Editora, Porto.
- [33] www.clubofrome.org Consultado a 28/12/2009.
- [34] www.un-documents.net Consultado a 28/12/2009.
- [35] Pinheiro, M. D. *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente. Amadora, 2006.
- [36] Pearce, A. R., Hastak, M., Vanegas, J. A. *A Decision Support System for Construction Materials Selection using Sustainability as a Criterion*. School of Civil & Environmental Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 2006.
- [37] Reddy, B.V.V., Jagadish, K.S. *Embodied Energy of common and Alternative Building Materials and Technologies*. Energy and Buildings n.º 35,129-137, E&B, Bombaim, 2003.
- [38] Zhang, X., Wang, J., Huang, Z. *Life Cycle Assessment on Energy Consumption of Building Materials Production*. Tongji University, Shangai, 2005.
- [39] www.ibec.or.jp Consultado a 29/12/2009.
- [40] www.usgbc.org Consultado a 29/12/2009.
- [41] www.hkbeam.org.hk Consultado a 29/12/2009.
- [42] www.breeam.org Consultado a 5/01/2010.

[43] www.bienvivrechezmoi.com Consultado a 29/12/2009.

[44] www.lidera.info Consultado a 29/12/2009.

[45] Yeang, K. *Ecodesign – A Manual for Ecological Design*. John Willey & Sons, Londres, 2008.

