



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Um Caso de Estudo

José Pedro Paiva Guerra

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitectura
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Luiz António Pereira de Oliveira

Covilhã, Junho de 2013

Agradecimentos

Quero agradecer a todos aqueles que, de uma forma directa ou indirecta, contribuíram para a concretização desta dissertação.

Ao meu orientador Prof. Doutor Luiz Oliveira António Pereira de Oliveira, pelo acompanhamento feito durante todo o período de desenvolvimento da prova, esclarecendo dúvidas e orientando o caminho a seguir.

Ao Arquitecto Francisco Azeredo, por toda a informação disponibilizada, aliada à forma como me recebeu de braços abertos, permitindo a utilização de documentos privados. Da mesma forma, agradeço à Sr.^a Maria Amália Xavier, proprietária do conjunto edificado do caso em estudo, que de igual modo, consentiu a elaboração desta prova, baseada no parque habitacional privado em questão.

Aos amigos conterrâneos, em especial ao Pedro e ao Tiago, que, ao partilharem o meu desespero, atenuaram os momentos de pressão, sabendo sempre como me animar. Ao João e aos António Pedro, que tanto me acolheram no Porto, quando foi necessário, como me indicaram exemplos e locais para a pesquisa realizada.

À minha família, em especial, aos meus tios Jorge e Margarida Mendonça, que tiveram a atenção e o interesse em ajudar-me a definir o projecto escolhido, nomeadamente no contacto feito com o Arq. Francisco Azeredo. À minha prima Filipa, que se disponibilizou sempre para me ajudar a obter informações relevantes para a concretização da prova. Aos meus tios João e Isabel Martins, que me albergaram sempre que foi necessário e me apoiaram durante todo o meu curso superior.

À minha irmã, que, sempre disponível, soube aconselhar-me melhor que ninguém e, do mesmo modo, também me ajudou a descomprimir nos momentos mais apertados.

Aos meus pais, que sempre insistiram comigo e me incentivaram e apoiaram, mesmo quando não correspondi de forma adequada. Por me sustentarem continuamente, sem nunca terem posto qualquer entrave na minha vida profissional, e por confiarem inabalavelmente na minha competência e vida pessoal.

Resumo

A presente dissertação aborda a aplicação da temática da sustentabilidade ao projecto de reabilitação de edifícios para novos usos, investigando vias para integração de soluções que conciliem as duas vertentes - sustentabilidade e reabilitação. Estabelecendo um método de intervenção, procura-se realizar uma pesquisa que sirva de exemplo para intervenções em edificações urbanas que careçam de utilidade, ou que apresentem uma funcionalidade incapacitada, dentro do tecido urbano de uma cidade.

Numa primeira abordagem, será desenvolvida uma análise das duas temáticas no panorama europeu e, sequencialmente, no panorama nacional. Com base numa pertinente recolha de informação, será assim possível fazer a ponte entre uma perspectiva mais global dos temas e o caso de estudo seleccionado.

Seguidamente, será realizada uma avaliação completa do caso de estudo, tendo em conta o contexto e local onde este se insere, assim como todos os aspectos intrínsecos ao tema em estudo. Desta forma, será feita uma análise do centro urbano da cidade do Porto, assim como o levantamento detalhado da edificação em estudo, com o objectivo de aperfeiçoar a comunicação do pré-existente com uma nova abordagem projectual.

Por último, tendo como base a informação recolhida e analisada, será possível idealizar uma proposta interventiva fundamentada pelas temáticas abordadas, contribuindo como um exemplo de projecto que impulse não só uma mentalidade individual orientada para a importância da reabilitação actualmente, mas sim uma forma de revitalizar os centros urbanos para uma arquitectura sustentável.

Palavras-chave

Arquitectura sustentável; Centro Histórico da Cidade do Porto; património edificado; reabilitação; sustentabilidade.

Abstract

The present dissertation addresses the application of sustainability to a rehabilitation project of buildings for new uses, by investigating ways to integrate solutions that combine the two aspects - sustainability and rehabilitation. By establishing a method of intervention, seeks to conduct a research that serves as an example for urban interventions in buildings that show a lack of utility, or a capable functionality within the urban fabric of a city.

The first approach will consist in the developing of an analysis focusing the two themes on a European perspective and, sequentially, on a national one. Based on a harvesting of relevant information, it will be thus possible to bond a more global perspective of the issues in question with the case study selected.

Afterwards, there will be a thorough evaluation of the case study, taking into account the context and location of the project, as well as all aspects inherent to the theme subject under study. Thus, there will be made an analysis of the Urban and Historic Centre of Oporto City, as well as the detailed survey of the building under study, aiming to improve the communication between the pre-existing and the new project approach.

Finally, based on the information collected and analyzed, it will be possible to devise a projectual proposal substantiated on the addressed themes, contributing as an example of a project that will boost not only an individual mindset oriented to the importance of rehabilitation nowadays, but a way to revitalize urban centers for sustainable architecture.

Keywords

Architectural heritage; Historic Centre of Oporto City; rehabilitation; sustainability; sustainable architecture.

Índice

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE GRÁFICOS	xv
LISTA DE ACRÓNIMOS	xvii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	
1.1 Considerações Gerais	1
1.1.1 Objectivos	1
1.1.2 Justificação do Tema Proposto	2
1.2 Organização do Trabalho	3
CAPÍTULO II - REABILITAÇÃO & SUSTENTABILIDADE	
2.1 Reabilitação - Reconstruir para o Futuro	5
2.1.1 Necessidade de Reabilitar	5
2.1.2 O Exercício de Reabilitar	10
2.2 A Sustentabilidade integrada na Reabilitação	13
2.2.1 Sustentabilidade & Arquitectura	13
2.2.2 Reabilitação Sustentável	16
CAPÍTULO III - APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO	
3.1 Introdução	21
3.2 Contexto Histórico	23
3.3 Contexto Sócio-económico Actual	30
3.4 Análise Arquitectónica	36
3.5 Levantamento e Caracterização dos Elementos Construtivos	38
3.6 Diagnóstico do Edificado	55
CAPÍTULO IV - PROPOSTA DE INTERVENÇÃO	
4.1 Introdução	61
4.1.1 Análise do Existente	61
4.1.2 Programa Proposto	63
4.2 Uma Abordagem ao Ciclo de Vida	68
4.2.1 Considerações Gerais	68

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

4.2.2	Análise do Existente	69
4.2.3	Programa Proposto	71
4.3	Desempenho Energético	72
4.3.1	Considerações Gerais	72
4.3.2	Análise e Aplicação no Caso de Estudo	72
4.4	Invólucro	84
4.4.1	Considerações Gerais	84
4.4.2	Análise e Aplicação no Caso de Estudo	85
4.5	Flexibilidade	87
4.5.1	Considerações Gerais	87
4.5.2	Aplicação no Projecto de Reabilitação	88
4.6	Qualidade & Conforto	92
4.6.1	Considerações Gerais	92
4.6.2	Aplicação dos Parâmetros de Conforto	93
4.7	Manutenção	96
CAPÍTULO V - CONCLUSÃO		
5.1	Considerações Finais	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		101
FONTES DE IMAGENS		105

Lista de Figuras

- Figura 3.1 | 3.2 | 3.3 - Localização do caso de estudo na Cidade do Porto
Figura 3.4 | 3.5 | 3.6 - Crescimento da Cidade do Porto
Figura 3.7 - Locais de Relevância Histórica
Figura 3.8 - Estação de São Bento
Figura 3.9 - Teatro Nacional de São João
Figura 3.10 | 3.11 - Documentos históricos do caso de estudo
Figura 3.12 - Estado de ocupação do Centro Histórico em 2010
Figura 3.13 - Estado de conservação do Centro Histórico em 2010
Figura 3.14 | 3.15 - Evidente preservação das Fachadas Almadinas
Figura 3.16 - Vista aérea do local de implantação do caso de estudo
Figura 3.17 | 3.18 - Vista a partir da Rua do Cativo das fachadas do caso de estudo
Figura 3.19 | 3.20 - Alguns aspectos relevantes do edificado em análise
Figura 3.21 | 3.22 - Pormenores interiores do edificado em análise
Figura 3.23 - Esquema de localização de alguns pormenores construtivos
Figura 3.24 - Pormenor Construtivo #1, exemplo de fundação
Figura 3.25 - Pormenor Construtivo #2, exemplo de parede exterior
Figura 3.26 - Pormenor Construtivo #3, exemplo de sobrado
Figura 3.27 - Pormenor Construtivo #4, exemplo de cobertura
Figura 3.28 - Pormenor Construtivo #5, exemplo de elementos singulares
Figura 3.29 - Pormenor Construtivo #6, exemplo de parede interior
Figura 3.30 - Pormenor Construtivo #7, exemplo de caixilhos exteriores
Figura 3.31 - Pormenor Construtivo #8, exemplo de caixilhos exteriores
Figura 3.32 - Pormenor Construtivo #9, exemplo de caixilhos interiores
Figura 4.1 - Implantação dos Edifícios em análise
Figura 4.2 - Aspectos relevantes no âmbito da sustentabilidade do edificado
Figura 4.3 - Aspectos relevantes no desempenho energético do edificado
Figura 4.4 - Exemplo de Janela oscilo-batente
Figura 4.5 - Exemplo de Parede de Pedra
Figura 4.6 - Exemplo de um colector termossifão (INTERSOL TS)
Figura 4.7 - Exemplo de um sistema “pladur”
Figura 4.8 - Trocas de calor entre o espaço envolvente e o corpo

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Estado de conservação dos fogos

Tabela 2.2 - Níveis de intervenção num projecto de reabilitação

Tabela 3.1 - Evolução dos valores populacionais do Centro Histórico do Porto

Tabela 3.2 - Elementos construtivos analisados

Tabela 3.3 - Possíveis comportamentos estruturais do edificado

Lista de Gráficos

- Gráfico 2.1 - Apoio do Estado ao sector da habitação entre 1992 e 2002
- Gráfico 2.2 - Fogos concluídos de 1998 a 2010
- Gráfico 2.3 - Distribuição do parque habitacional por época de construção
- Gráfico 2.4 - Investimento no sector da construção em Portugal
- Gráfico 2.5 - Esquema de evolução das preocupações no sector da construção
- Gráfico 2.6 - Esquema dos aspectos presentes na construção sustentável
- Gráfico 2.7 - Mudança de atitude e procura de equilíbrio

Lista de Acrónimos

[1linha de intervalo]

INE	Instituto Nacional de Estatística
SRU	Sociedade de Reabilitação Urbana
RECRIA	Regime Especial de Compartimentação na Recuperação de Imóveis Arrendados
RECRIPH	Regime Especial de Participação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal
REHABITA	Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas
SOLARH	Programa de Solidariedade de Apoio à Recuperação de Habitação
Eurocódigo 8	Projecto de Estruturas em regiões sísmicas
RJ-SCIE	Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios
RT-SCIE	Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização nos Edifícios
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
JESSICA	Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas
JEREMIE	Joint European Resources for Micro to Medium Enterprises
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
BREEAM	BRE Environmental Assessment Method
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design

Capítulo I - INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

De diversas interpretações e vertentes que lhe são associadas, a designação de “Arquitectura Sustentável” define-se, antes de mais, como o movimento que nasce associado ao desenho arquitectónico ambientalmente consciente. Actualmente muitas vezes usado, este termo raramente está exposto de forma clara ou bem aplicado, consequência da diversidade de informação a que temos acesso e que resulta numa multiplicidade interpretativa e conceptual que cada profissional adopta.

Afirmando-se de uma outra forma como parte deste futuro, a reabilitação é sem dúvida um ramo em crescimento exponencial. Assim como as razões da necessidade de uma mentalidade sustentável, a reabilitação de edifícios antigos é hoje uma tarefa da maior importância, sendo mesmo considerada uma aposta viável no que diz respeito ao desenvolvimento e prosperidade da civilização.

1.1.1 Objectivos

É portanto o objectivo desta dissertação clarificar e compreender estas ideias por meio de um projecto de reabilitação, assim como a aplicação de um movimento que, apesar da sua mocidade, promete ser peça fundamental no futuro da Arquitectura.

Contrariamente a uma abordagem estritamente teórica, o estudo realizado pretende implementar conceitos num projecto que, apesar de serem interpretados, servirão sempre e apenas como uma componente teórica que partirá apenas da necessidade patente, exigida pelo caso em estudo. Este trabalho incide, portanto, principalmente na idealização de um projecto sustentável, como intenção de “integrar e adaptar conhecimentos e princípios projectuais existentes a novas realidades mantendo o seu valor e pertinência” (Cunha, 2007).

Conforme estabelecido, foi necessário seleccionar um projecto que se identificasse dentro do âmbito do trabalho – um projecto focado nas temáticas discutidas. Para tal, decidi intervir no centro histórico da cidade do Porto, mais concretamente, através de uma proposta de reabilitação de um conjunto de edifícios de habitação geminados, pertencentes ao mesmo proprietário. Sem perder o sentido de globalidade da prova, a ideia é aproximar o trabalho de uma experiência de projecto.

1.1.2 Justificação do Tema Proposto

No que toca ao futuro da Arquitectura, os horizontes apontam para uma séria reestruturação do que já foi construído, ao longo de um século de tremenda inovação e expansão. Como futuro profissional, pretendo apreender o máximo de conhecimento sobre o tema da sustentabilidade, no qual deposito toda a esperança de que se torne alicerce na arquitectura actual. Assim como a sustentabilidade, e acompanhando os vários movimentos e actividades relativas à construção por todo o mundo, a reabilitação é, hoje mais do que nunca, uma necessidade, especialmente na Europa, onde cidades centenárias demonstram uma degradação não só dos edifícios, mas também da imagem social consequente dos mesmos.

Este tipo de perspectivas motivam a procura de uma especialização focada nos temas referidos, sendo que, como forma de combater o declínio da arquitectura em Portugal, sinto ser o caminho que me poderá fornecer mais oportunidades no que diz respeito a futuros empregos e possíveis propostas de trabalho.

1.2 Organização do Trabalho

A prova constitui-se em cinco capítulos, que se associam a temáticas específicas e reflectem o respectivo processo de elaboração, tendo a sua subdivisão respeitado a coesão do conteúdo.

No primeiro capítulo faz-se a introdução da presente dissertação, justificando-se a escolha do tema e indicando a sua importância no panorama nacional e global. Estabelecendo objectivos, este capítulo dá o mote para os conteúdos que se abordam posteriormente.

No segundo capítulo pretende-se expor, de uma forma clara e não extensiva, temáticas/conceitos que funcionam de base do trabalho e que fundamentam e suportam toda a experiência projectual: sustentabilidade, reabilitação, centro histórico/urbano, tipologia, entre outros. Como forma de apoio constante, algumas destas matérias são revisitadas novamente em capítulos posteriores, servindo não só para complementar a abordagem do capítulo em questão, mas também para melhor interligar toda a informação que, evidentemente, uniformizam o trabalho realizado. Neste, parte-se de uma perspectiva mais geral dos próprios tópicos abordados, avaliando também a influência dos mesmos no âmbito da arquitectura e construção em Portugal.

O terceiro capítulo apresenta o caso de estudo seleccionado, onde são avaliados/analísados todos os aspectos relevantes, reflectindo num processo projectual contextualizado. Desde o contexto social e histórico do local de implantação à tipologia das construções, evolução e deterioração das mesmas, o levantamento completo do edifício é um dos passos que mais peso tem, quando se trata de efectuar uma reabilitação bem conseguida. Só através deste tipo de análise será possível criar condições para um projecto de reabilitação específico e contextualizado.

O quarto capítulo apresenta a proposta de reabilitação, onde se desmembram todos os diferentes princípios pensados e metodologias aplicadas até ao resultado final, baseados evidentemente nas considerações teóricas abordadas inicialmente no capítulo primeiro, que serão aplicadas no caso prático. De uma forma simplificada, o presente capítulo tenta associar/aplicar a informação do primeiro capítulo com o segundo, tentando sempre seguir uma linha de raciocínio prática e clara, sem que se descure a importância dos conhecimentos adquiridos na avaliação e levantamento elaborado no terceiro capítulo.

Como forma de resumo/conclusão, o quinto e último capítulo desta dissertação pretende ser uma análise global do que foi realizado, assim como uma reflexão das possíveis implicações que as metodologias aqui abordadas possam ter no futuro do campo arquitectónico e no desenvolvimento da minha experiência profissional.

Por fim, convém apenas mencionar os anexos deste trabalho, que comportam os desenhos técnicos do projecto de intervenção.

Capítulo II - REABILITAÇÃO & SUSTENTABILIDADE

2.1 Reabilitação - Reconstruir para o Futuro

2.1.1 Necessidade de Reabilitar

Ao caminharmos por entre as ruas de uma qualquer cidade europeia, particularmente nas mais antigas, constatamos estilos diversos de arquitectura, onde, hoje mais que nunca, vemos colidir o velho com o novo. Esta colisão, mais saliente na construção corrente, transparece a evolução dos movimentos estéticos que forçosamente definem a história e a imagem de uma cidade, onde a construção se foi adaptando continuamente e com sucesso a diferentes formas de viver. Neste sentido, importa salientar que o projecto exposto nesta dissertação insere-se justamente no centro histórico de uma cidade, facto que, alienado aos aspectos construtivos, estéticos e ambientais, transporta consigo uma componente cultural que terá sempre influência na abordagem projectual.

“Pode-se sustentar que a adaptação de uma cidade às transformações da sociedade pertence a um processo de desenvolvimento histórico: por este motivo, a reconversão corresponde a um sistema de desenvolvimento urbano que tem como referência a história.” (Baglioni et al, 1998)

Neste sentido, a história de uma cidade tem um papel determinante na sua identidade. É sem dúvida algo que nos acompanha e que nos ajuda a interpretar e viver o espaço. Vemos, por isso, uma necessidade de preservar espaços nos quais atestamos de valores culturais – a importância do património.

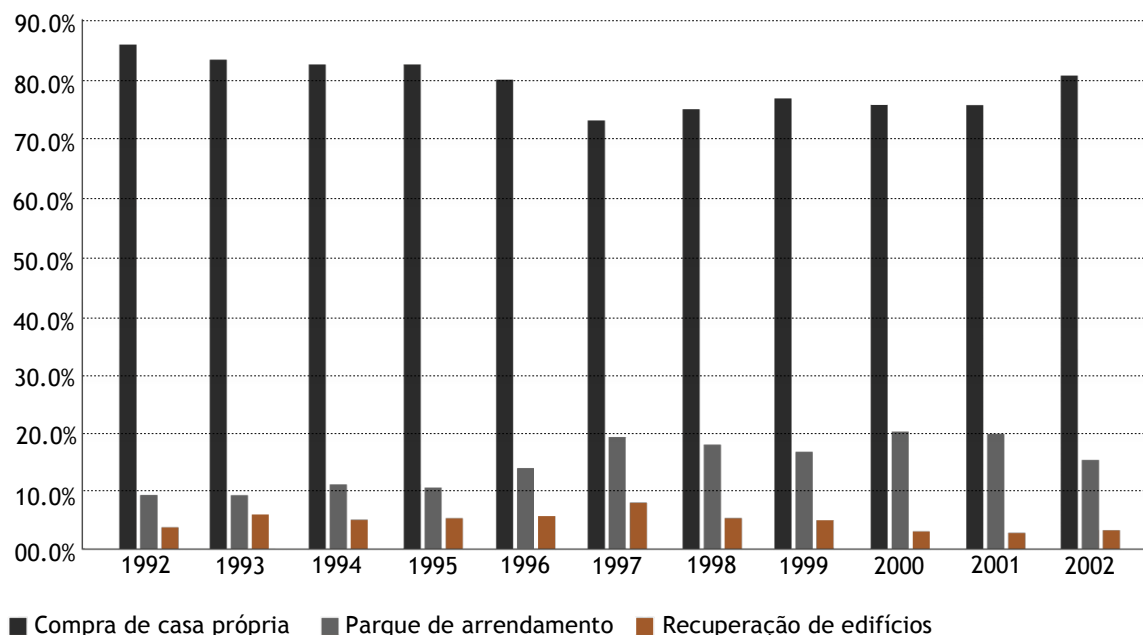
“A salvaguarda do património não é um fim em si mesmo, mas um meio através do qual se dá a possibilidade aos edifícios existentes, de potenciar desenvolvimentos necessários para a comunidade, sem interromper a dinâmica social que é a vida da cidade.” (Cunha, 2007)

Embora Portugal seja um país muito rico em património arquitectónico, a verdade é que a conservação e reabilitação de edifícios tem sido tema pouco aliciante para projectistas e construtores, assim como para estudiosos e professores (embora o panorama da última década possa transparecer o contrário). A tendência de inovar, inerente ao desenvolvimento da sociedade, tem tido um papel negativamente influente no que toca ao tema da preservação do edificado das cidades. Facilmente encontramos edifícios degradados nos centros históricos das cidades portuguesas, zonas que, outrora, funcionavam como o coração da vida social e económica. Com a ânsia de acompanhar o progresso arquitectónico, apressou-se para uma construção exacerbada de novas tendências e estilos, descurando o que já existia. Como demonstra o GRÁFICO 2.1, a política seguida nos últimos tempos foi claramente de incentivo à construção nova, assim como à aquisição de casa própria, factor esse que contribuiu também para a negligência da arquitectura tradicional.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

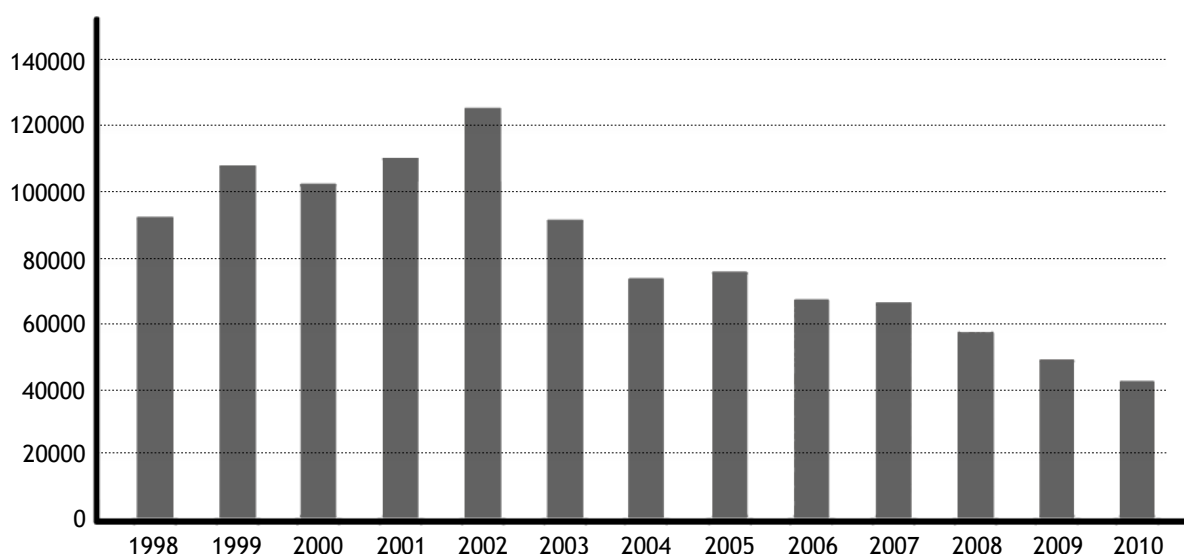
Entre 1992 e 2002, mais de 70% do apoio anual do Estado ao sector da habitação foi conduzido para aquisição de casa própria, correspondendo o arrendamento e a reabilitação, no seu conjunto, a menos de 30% (Costa et al, 2012).

GRÁFICO 2.1 _ Apoio do Estado ao sector da habitação entre 1992 e 2002 [i1]



Comparativamente aos restantes países da Europa Ocidental, onde se integram 15 dos 19 países que constituem o EUROCONSTRUCT, Portugal apresenta um maior peso da construção nova no sector da construção, rondando os 90%, segundo dados de Dezembro de 2004 (Costa et al, 2012). De facto, apenas nos inícios do século XXI se assiste a uma lenta inversão desta apatia nacional perante os problemas inerentes à até então privilegiada construção nova, devido a um abrandamento no sector da construção, evidente no GRÁFICO 2.2, reduzindo significativamente o número de fogos construídos.

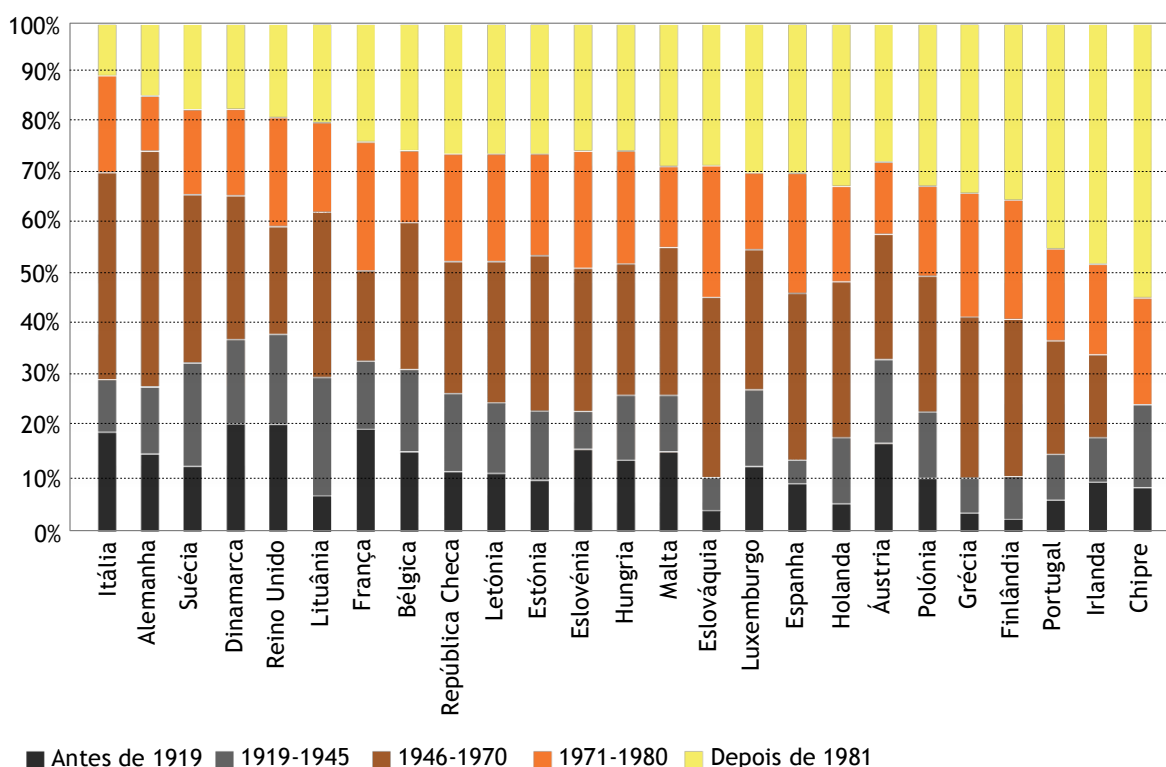
GRÁFICO 2.2 _ Fogos concluídos de 1998 a 2010 [i2]



A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Em Portugal, segundo os Censos 2011, o número total de alojamentos é de 5.879.845, dos quais 68,2% são utilizados com residência habitual, verificando-se um aumento de cerca de 16% face ao momento censitário anterior, valores que se traduzem num excedente de habitações (estima-se 1,6 fogos por família). O nosso parque habitacional é relativamente recente, cerca de 46% dos edifícios foram construídos depois de 1981, factor que motivou um forte abandono dos edifícios antigos (cerca de 750.000 fogos abandonados), durante o período de 1970 e 2001 (Costa et al, 2012). Este abandono apenas reforça a necessidade de uma revitalização. No GRÁFICO 2.3 pode-se comparar a distribuição do parque habitacional por época de construção de diferentes países europeus.

GRÁFICO 2.3 _ Distribuição do parque habitacional por época de construção, em países europeus [i3]



Começamos a sentir a urgência de restaurar o património esquecido que, no nosso país, carece de atenção e relevância. Hoje em dia torna-se imperativo dotar o edificado antigo com requisitos mínimos de conforto e torná-lo exteriormente mais agradável, enquadrando-o de forma harmoniosa no espaço envolvente, respeitando os valores históricos e arquitectónicos que nos foram legados. E é sobretudo nos centros urbanos, onde se verifica uma degradação acentuada dos edifícios antigos e a existência de um grande número de fogos devolutos, consequentes desse abandono (Costa et al, 2012), que nos devemos focar. A TABELA 2.1 apresenta-nos precisamente o estado de conservação dos fogos que se verifica actualmente.

TABELA 2.1 _ Estado de conservação dos fogos [i4]

	Totais	Residência habitual	Uso sazonal	Devolutos
Muito degradado	114.183	56.774	10.830	46.579
Grandes reparações	211.320	129.952	27.662	53.706
Reparações médias	470.117	322.591	71.129	76.397
Pequenas reparações	1.132.792	827.704	190.317	114.771
Sem necessidade de reparação	3.091.013	2.214.208	624.481	252.324
Totais	5.019.425	3.551.229	924.419	543.777

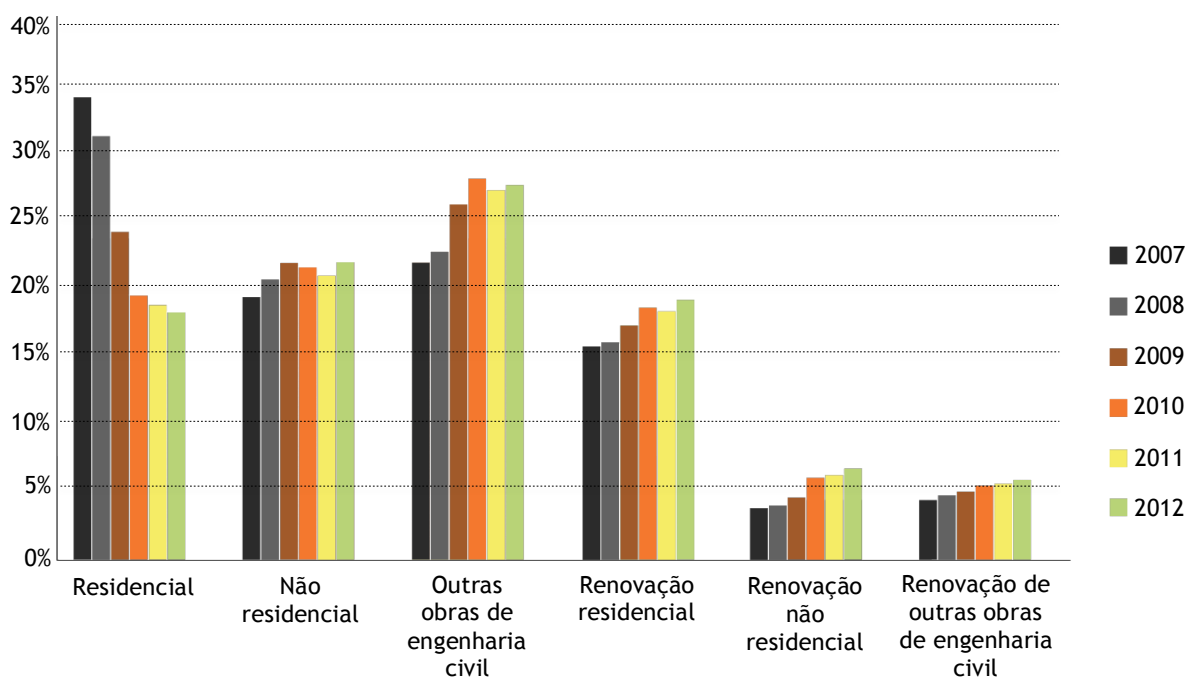
Segundo os mesmos dados do INE actualizados em 2010, constata-se que apenas 24% dos edifícios construídos até 1945 não apresentavam necessidades de reparação e 26% apresentavam-se muito degradados ou com necessidades de grandes reparações, revelando assim a forte relação entre a idade dos edifícios e o seu estado de conservação (Costa et al, 2012).

Dentro deste tópico, a necessidade de transição da tradição latente na cultura construtiva, aperfeiçoada com o decorrer dos tempos, tem de ser considerada como factor essencial na compreensão de toda uma arquitectura ancestral. Deve-se portanto alertar para o cenário actual deste processo que, também por falta de incentivo académico e individual, evidencia uma ruptura na passagem deste “Saber” empírico, o qual já se reflecte na abordagem de todo o processo e metodologia de reabilitação actualmente realizada em Portugal.

A percentagem de 23%, verificada em 2005, correspondente a obras de renovação no panorama global do mercado da construção em Portugal (Costa et al, 2012), demonstra precisamente o descurar da reabilitação no país, comprovando-se do mesmo modo o acompanhamento retardado das iniciativas dos restantes países europeus. Desta forma, segundo dados da EUROCONSTRUCT, prevê-se para Portugal uma recuperação do segmento da manutenção e reabilitação, com maior destaque para a reabilitação da habitação, embora a situação económica actual seja sem dúvida um enorme entrave para qualquer tipo de incentivo, no que diz respeito ao sector da construção. No GRÁFICO 2.4, verifica-se a evolução do investimento no sector da construção, ocorrida nos últimos anos, onde se destaca o forte abrandamento da construção residencial nos últimos 5 anos.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

GRÁFICO 2.4 _ Investimento no sector da construção em Portugal [15]



No entanto, o futuro do sector em Portugal será certamente mais incidente na área da reabilitação, na medida em que a expansão construtiva das últimas décadas exige um reequilíbrio da situação, já evidente no abrandamento anteriormente referido, não só por motivos económicos, mas também pelos novos horizontes de preservação e recuperação do património construído. Esta evolução do mercado no sentido da reabilitação, estará sempre dependente de vários aspectos, para além da simples necessidade de reabilitar (Costa et al, 2012):

- da evolução da economia, e do impacto que tem sobre a disponibilidade financeira das famílias;
- das medidas públicas de apoio à reabilitação (actualmente escassas face às necessidades);
- da rápida alteração do Regime de Arrendamento Urbano;
- da capacidade de resposta técnica das empresas do Sector da Construção, principalmente no que diz respeito à existência de mão-de-obra especializada, para este novo paradigma;
- da interiorização de que a reabilitação representa um importante investimento patrimonial.

Com uma perspectiva de poupança renovada, foram já desenvolvidos vários programas nos últimos anos que servem como programas de apoio à reabilitação – SRU, RECRUA, RECRIPH, REHABITA e SOLARH (Martins, 2012) –, que visam promover a sua prática no desenvolvimento das cidades portuguesas. No entanto, estes programas não têm sido capazes de conduzir a um aumento considerável deste tipo de intervenções (Costa et al, 2012), continuando-se a verificar uma deficiente estratégia governamental dos municípios perante a desertificação dos centros urbanos e históricos. Contudo, este tipo de objectivos, apesar do fraco impacto no cenário geral, demonstram de qualquer modo a tal mudança de atitude do sector da construção, facto que deve ser valorizado num país que claramente demonstra dificuldade em acompanhar o desenvolvimento europeu e que, mais uma vez, vive uma crise económica imediatamente perceptível no sector em questão.

2.1.2 O Exercício de Reabilitar

“A conservação e restauro de edifícios são disciplinas que exigem formação específica. O rápido desenvolvimento dos materiais e técnicas de construção, que se afastaram da prática tradicional e as descobertas científicas, que colocam novos métodos à disposição de todos aqueles envolvidos na área, são aspectos decisivos entre a arte da construção e a ciência da conservação e restauro.” (Martins & Pimentel, 2005)

O processo de reabilitação, como o próprio termo indica, tem como objectivo renovar/reactivar a funcionalidade de algo que se tornou incapaz de satisfazer as finalidades para as quais foi concebido. É um processo que, na arquitectura, exige sempre um acrescento de novos elementos, colidindo novas tendências com a típica construção, onde muitas vezes o desejo de conservar impõe barreiras aos padrões actuais de conforto e segurança.

“Por reabilitação de edifícios entendem-se as acções de intervenção necessárias e suficientes para os dotar de condições de segurança, funcionalidade e conforto, respeitando a sua arquitectura, tipologia e sistema construtivo.” (Costa et al, 2012)

A boa relação entre a herança histórica – antigo – e os meios projectuais e necessidades/requisitos actuais – novo – são de uma importância extrema de qualquer reabilitação, sendo por isso imperativo balancear a componente de um simples restauro, com base em técnicas construtivas ancestrais, com uma componente mais focada nas novas técnicas e respectivos parâmetros da actual noção de qualidade de vida. É neste contexto que se verifica também a importância inerente à criação de melhores níveis funcionais e ambientais no exercício de reabilitar, tendo sempre o compromisso de estabelecer um equilíbrio entre a preservação da identidade e a renovação das capacidades e funcionalidades do edificado.

A reabilitação de construções antigas é sempre uma tarefa complexa e exigente, na qual é indispensável o conhecimento profundo das técnicas usadas, materiais e respectivas propriedades. Por este motivo, a intervenção sobre um edifício começa, antes de mais, pela execução de um estudo do objecto a tratar, onde o detalhe e pormenorização têm um peso acrescido. É apenas a partir de um “reconhecimento” adequado do edifício que se poderá realizar uma boa obra de reabilitação, expondo este todas as condicionantes para as soluções que, posteriormente, serão idealizadas, assim como as respectivas anomalias dos materiais e a degradação global de todo o edificado.

“As operações de reabilitação devem iniciar-se por uma análise de viabilidade e definição do programa, por parte do promotor. Nas intervenções em edifícios antigos há que ter em atenção que é o programa que deverá ser adaptado ao edifício e não o contrário.” (Costa et al, 2012)

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

A criação de uma metodologia interventiva contribui para uma sistematização e organização da informação que se recolheu através da análise do edifício, assim como para o estabelecimento de conexões entre os diferentes parâmetros envolvidos num processo de reabilitação – elementos construtivos, anomalias e possíveis causas, soluções interventivas e possíveis reparações. Tendo em conta a variedade de elementos construtivos, técnicas e materiais inerentes ao processo de reabilitação, não é possível definir soluções de intervenção-tipo, mas podemos considerar alguns princípios gerais aplicáveis a qualquer projecto deste âmbito (Costa et al, 2012):

- Nenhuma acção deve ser executada, caso não seja indispensável - este aspecto sugere a reparação e manutenção invés à substituição, respeitando-se materiais e técnicas construtivas;
- Uma possível alteração de uso do edifício deve ter em consideração as exigências de conservação e de segurança, sempre que esta seja exequível - prioritariamente, deverá ser a função a adaptar-se ao edifício e não o edifício à função;
- Deve existir compatibilidade química e física entre os materiais, aspecto fundamental de qualquer projecto de reabilitação, permitindo uma sã convivência entre o novo e o antigo;
- As medidas de intervenção devem ser reversíveis, principalmente no caso de imóveis de especial valor patrimonial, permitindo a reposição do edifício na situação anterior à sua intervenção - este aspecto sugere uma capacidade de adaptações futuras que se possam exigir do edifício;
- O respeito pelo edifício, pela sua história e técnicas construtivas utilizadas na sua concepção, deve estar sempre presente em qualquer projecto de reabilitação - este princípio é aglutinador dos anteriores, já que a sua prática implica o cumprimento dos princípios precedentes.

Com base nestes princípios, é possível criar três níveis de intervenção, de acordo com os respectivos propósitos de reabilitação, exemplificados na TABELA 2.2.

TABELA 2.2 _ Níveis de intervenção num projecto de reabilitação [i6]

TIPO I	TIPO II	TIPO III
Intervenção Pouco Intrusiva	<	Intervenção Muito Intrusiva
Envolve soluções de ocultação de anomalias ou de intervenção noutros elementos, aplicável somente para os casos em que uma mudança nas características do elemento de segurança e resistência não está em jogo	Envolve os trabalhos de reparação, que podem ou não incluir o reforço e que não requerem a demolição de mais de 50% do elemento ou resulta numa aproximação ao nível de qualidade inicial	Visam a demolição de mais de 50% do elemento ou resulta numa melhoria significativa em relação ao nível de qualidade inicial, cumprindo o actual nível de qualidade média, de acordo com os regulamentos

Os obstáculos inerentes aos princípios de intervenção, assim como o propósito da intervenção e a variedade de soluções aplicáveis, levam à composição da metodologia adequada, sendo que a escolha do nível de intervenção deve depender também de aspectos económicos, das opções do proprietário e prioritariamente dos regulamentos específicos em vigor.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

No âmbito da legislação, existem, portanto, regulamentos que delimitam alguns dos requisitos necessários numa intervenção de reabilitação. Destacam-se os requisitos definidos na Portaria n.º566/93, ao abrigo do Decreto-Lei n.º113/93, de 10 de Abril (Freitas, 2012):

- Resistência mecânica e estabilidade
- Segurança em caso de incêndio
- Higiene, saúde e ambiente
- Segurança na utilização
- Protecção contra ruído
- Economia de energia e isolamento térmico

Subjacentes a estas, estão ainda as exigências adicionais de economia e durabilidade, uma vez que, de acordo com a Directiva Comunitária dos Produtos da Construção (nº89/106/CEE) publicada no mesmo Decreto-Lei, os requisitos essenciais devem ser satisfeitos durante um período de tempo economicamente razoável. Contudo, apesar das exigências referidas, a fraca clareza e consensualidade da legislação em vigor, muitas vezes alienada à incompatibilidade de requisitos actuais com possíveis soluções interventivas, não deixa de ser um dos maiores obstáculos da reabilitação em Portugal.

“A especificidade dos edifícios antigos não permite, muitas vezes, uma aplicação directa dos regulamentos existentes, que são em grande parte direccionados para a construção nova. Por outro lado, a necessidade de preservar as características do património arquitectónico obriga à realização de intervenções menos intrusivas que, por vezes, não são compatíveis com as exigências regulamentares actuais.” (Freitas, 2012)

No que se refere a documentação legislativa e normativa, as limitações projectuais são delineadas tanto de uma forma explícita como por vezes pouco clara, através de documentos que impõem alguns parâmetros de verificação de segurança dos elementos estruturais – Eurocódigo 8 (Parte 3), RJ-SCIE, RT-SCIE, RCCTE, RSECE e RGEU. O facto de existirem várias divergências detectadas na legislação portuguesa, permite que projectos de arquitectura aprovados após avaliação desse critério possam ser forçados a modificações após avaliação do projecto pelas entidades competentes.

2.2 A Sustentabilidade integrada na Reabilitação

2.2.1 Sustentabilidade & Arquitectura

“A capacidade da humanidade garantir que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de assegurarem as suas próprias necessidades.”

Definição de sustentabilidade (WCED, 1987)

A sustentabilidade é uma temática que se revelou de uma forma exponencial nos diversos ramos que compõem a sociedade actual. Aplicável a diversos sectores, partilha sempre um objectivo comum de sustentar um melhor equilíbrio entre o ambiente humano e o ambiente natural, assegurando um futuro igualmente equilibrado para as posteriores gerações. A temática surge como uma forma de moldar e sensibilizar a civilização que, pelo consequente crescimento desenfreado da população e uma excessiva negligência pelo meio ambiente habitado, pretende minimizar o risco de uma saudável continuidade dos ecossistemas naturais e da sua biodiversidade, assim como da prosperidade social e económica. É precisamente nestas três vertentes – social, económica e ambiental – em que o conceito se baseia, formando o tronco global passível de tantas subdivisões (política, cultural, entre outras) quantas aquelas que se revelem necessárias para uma boa gestão do desenvolvimento.

Com foco no futuro, o conceito sustentável tem de estar intrinsecamente relacionado com a conservação de recursos que representam sem dúvida o capital natural que é legado de geração em geração, sendo por isso crucial gerir esse capital herdado da melhor forma possível, especialmente quando falamos de recursos não-renováveis. Simultaneamente, a tarefa sustentável passa também pela actuação directa em problemas actuais, como a poluição, sendo possível compensar os danos criados e minimizar de imediato o impacto causado por um período de degradação, representado pela revolução industrial e consequentes desenvolvimentos e tendências que ainda hoje persistem.

Apesar do nascimento e progressão tecnológica que, sem dúvida, teve uma influência expressiva no mundo e terá um importante papel no desenvolvimento sustentável, o século XX evidencia uma arquitectura que manifesta uma visão antropocêntrica do habitat humano, em parte incentivada pela própria tecnologia. A possibilidade de “autonomizar” os edifícios, como por exemplo o controlo do clima de uma forma artificial, gerou um abandono quase instantâneo dos métodos construtivos tradicionais e a um alarmante desenlace e separação com o ambiente natural.

“A ambição dos pioneiros do movimento moderno – Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, Mies Van der Rohe, Alvar Aalto... – que aplicaram estas técnicas reconhecendo o enorme potencial de liberdade criativa que possuíam e de melhorias sociais que possibilitavam, foi deturpada pela construção de edifícios de uma forma fácil e barata, ausente de referências locais ou humanas, mas com significativos ganhos monetários.” (Cunha, 2007)

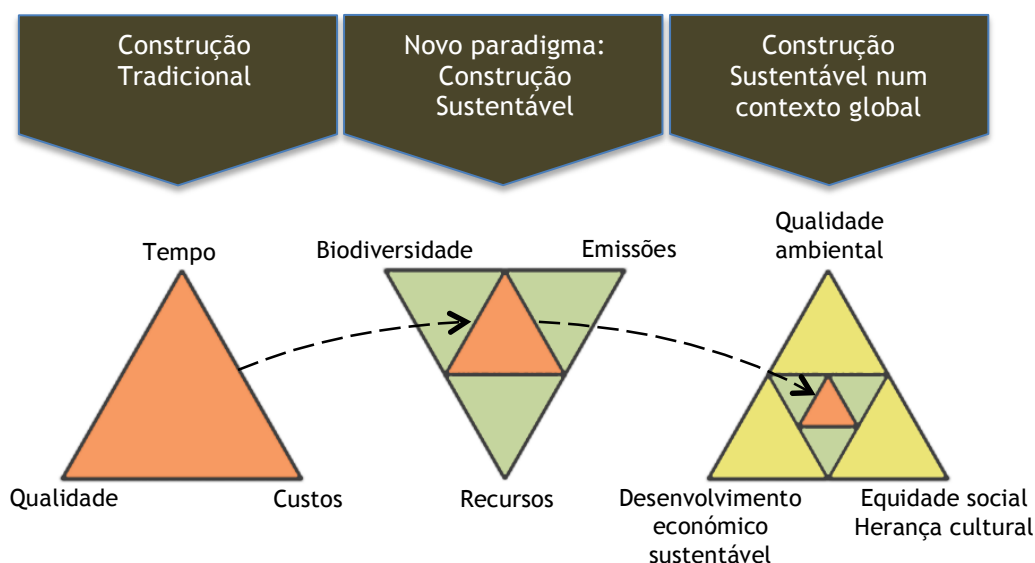
A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Acompanhando esta evolução tecnológica, as exigências e padrões de conforto/qualidade aumentaram exponencialmente, assim como o crescimento da população em geral, seguido por um consumo excessivo de recursos naturais imprescindível para a sobrevivência da humanidade. O desenvolvimento sustentável surge como uma obrigação, propondo a redescoberta de um equilíbrio entre os níveis de desenvolvimento e a quantidade existente de recursos naturais, reforçando a ideia ecológica. Indubitavelmente, conclui-se que o sector da construção é um dos sectores que mais impacto tem no ambiente e no consumo de recursos e energia, sendo necessário elevar a qualidade da construção.

Existe, então, a necessidade de integrar o conceito de sustentabilidade no mundo arquitectónico, criando-se, com esta adaptação, a ideia de construção/arquitectura sustentável. É a construção sustentável que vai otimizar o desempenho energético-ambiental do meio edificado, partindo de um conjunto de estratégias inovadoras na concepção de um projecto arquitectónico com reduzido impacto ambiental e mantendo o equilíbrio entre o desenvolvimento, a qualidade social e o planeta Terra. Inevitavelmente, em associação com este conceito, surge o conceito de arquitectura sustentável. Definida pela “aplicação dos princípios de desenvolvimento sustentável ao ciclo global da construção, desde a extracção e beneficiação de matérias-primas, passando pelo planeamento, projecto e construção de edifícios e infra-estruturas, até à sua desconstrução final e gestão dos resíduos dela resultantes” (Gervásio, 2010), a arquitectura sustentável é claramente uma necessidade que, por si só, gera oportunidades actuais no sector da construção em Portugal.

Dever-se-á referir a necessidade de se analisarem as características da construção tradicional e compará-la com o novo critério sustentável para os materiais de construção e os processos de construção. Neste sentido, os factores tradicionalmente considerados competitivos na indústria da construção evoluíram, dando importância a uma componente menos técnica (económica, social e cultural), que fundamentam o desenvolvimento sustentável.

GRÁFICO 2.5 _ Esquema da evolução das preocupações no sector da construção [i7]



A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Acima de tudo, a construção sustentável expõe novas noções e novos métodos de equacionar a concepção, construção, operação e demolição de um projecto. Tradicionalmente, as preocupações focam-se na qualidade do produto, no tempo e custos associados, como demonstra o GRÁFICO 2.5, enquanto que, na construção sustentável, consideram-se preocupações ambientais relacionadas com o consumo de recursos, emissões de poluentes, saúde e biodiversidade, “o que constitui um novo paradigma cujo desafio principal é o de contribuir para a qualidade de vida, para o desenvolvimento económico e para a equidade social” (Castro, 1996).

Aproveitando as possibilidades culturais da arquitetura ecológica – tema sempre muito próximo da origem da arquitectura sustentável, cujos princípios básicos transparecem uma proximidade na configuração de metodologias e objectivos ecológicos –, os arquitectos conseguiram que a sociedade compreendesse e aceitasse os princípios da sustentabilidade, usando os projectos arquitectónicos como espelho de certos princípios ecológicos. A difusão de projectos explanados através da mão de arquitectos conceituados resultou num impulsionamento de jovens arquitectos e estudantes da área para as oportunidades proporcionadas pela construção sustentável. Apesar disso, a cultura urbanística demonstra ainda um moroso período de adaptação aos novos conceitos que, embora já explorados na teoria, carecem de experiência prática.

“A arquitectura sustentável descreve o facto de que recebemos aquilo de que necessitamos do ambiente. Esta percepção incita-nos a responder com cuidado e responsabilidade ao uso destes recursos. A arquitectura sustentável é, então, uma resposta a uma consciência e não uma fórmula de sobrevivência.” (Kremers, 1995)

O caminho a seguir é por demais evidente, simplificado no conceito de sustentabilidade que, no fundo, pretende restabelecer o equilíbrio rompido pelo Homem. De uma forma cada vez mais evidente, as pessoas concentram-se em espaços urbanos, onde tendem a frequentar grande parte das suas vidas no interior dos seus edifícios, tornando estes num dos activos sociais de maior valor. É, por este motivo, necessário que o sector da construção acompanhe esta tendência, abraçando de igual modo os princípios sustentáveis, para que consiga dar resposta aos desafios que o mundo e as formas de vida actuais reclamam. De entre os quais, podem-se destacar algumas directrizes que seguem esses princípios (Sousa, 2009):

- Aumento da eficiência energética dos edifícios e sistemas técnicos, recorrendo mais a energias renováveis, reduzindo o consumos (energia) e emissões (gases) que afectam o clima;
- Reduzir o consumo de matérias-primas extraídas da Terra e incorporar na construção grande parte dos resíduos que a própria actividade produz;
- Seleccionar os materiais e sistemas, tendo em conta a respectiva performance ambiental;
- Promover soluções que aumentem a vida útil das construções, a sua adaptabilidade a novos usos e funções, tirando partido das pré-existências, gerindo e mantendo adequadamente as construções existentes;
- Privilegiar uma ocupação racional do território, criando ambientes urbanos sustentáveis.

2.2.2 Reabilitação Sustentável

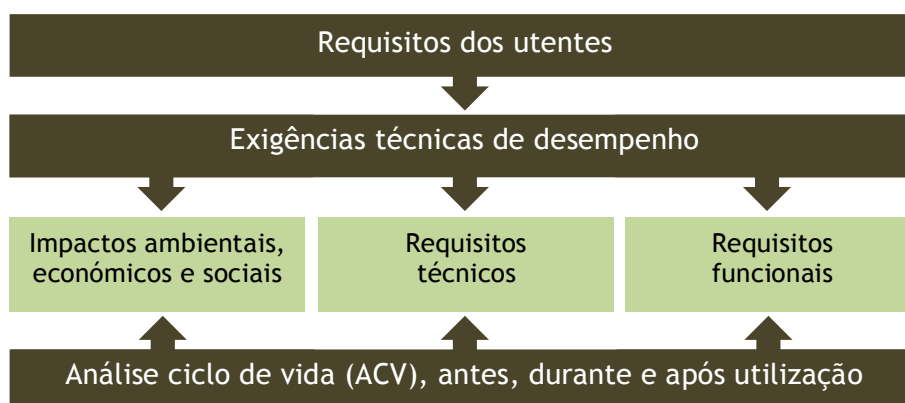
“... a reabilitação é fundamental para um desenvolvimento sustentável, reutilizando o construído na perspectiva de poupar recursos e energia.” (Costa et al, 2012)

Assim como em qualquer projecto, existem vários aspectos que devem ser considerados na concepção de um projecto de arquitectura sustentável, principalmente quando falamos de uma reabilitação. Do ponto de vista sustentável, o estudo de todas as condições inerentes ao projecto é imperativo para alcançar a máxima rentabilidade da intervenção projectada. Desde a envolvente do local de intervenção às características dos materiais, o exercício, acima de tudo, deverá passar pela adequação das exigências funcionais actuais, sempre que possível de forma sustentável.

A reabilitação é, na perspectiva da sustentabilidade da construção, uma tarefa fundamental para o desenvolvimento global. O exercício de reabilitar funciona, neste sentido, como o verdadeiro impulsionador da preservação dos valores culturais - património, que define a história e a identidade das cidades e os respectivos costumes/tradições dos seus habitantes, referido anteriormente. A renovação da imagem de uma cidade é, contrariamente à construção nova em detrimento do que é tradicional, uma adaptação dos edifícios e espaços urbanos às novas tendências e exigências funcionais, representando o suporte físico de diversos movimentos estéticos ao longo do tempo e testemunho vivo da interacção Homem-arte. Consequente deste processo de preservação, a reabilitação proporciona também a protecção ambiental, na medida em que reaproveita os produtos de construção, consumindo menos quantidades de energia na sua produção e aplicação. O uso de materiais tradicionais é um factor determinante, visto que, muitas vezes, correspondem a recursos naturais - madeira, pedra, areia e cal. Através destes princípios, a reabilitação torna-se uma prática claramente mais viável, sustentadas por consequentes vantagens económicas que a temática da sustentabilidade solicita.

Na prática da sustentabilidade, a noção de ciclo de vida surge como conceito fundamental aplicável a todas as construções, que encara o processo como um todo, considerando perspectivas de durabilidade e efeitos no futuro. Trata-se precisamente de um instrumento de análise e avaliação dos custos ambientais que um edifício pode apresentar, incluindo uma avaliação cuidada dos respectivos materiais e produtos, que se apresenta relevantemente desde a definição do projecto até ao respectivo desmantelamento da construção. No GRÁFICO 2.6, o esquema exibido sugere os aspectos que se presenciam na construção sustentável, identificando a importância da análise do ciclo de vida para todo o processo.

GRÁFICO 2.6 _ Esquema dos aspectos presentes na construção sustentável [18]



A duração da vida útil é decisiva durante o processo de análise, tendo por relevância os custos de energia consumida e da substituição dos materiais. A par da durabilidade dos materiais, devem ser também previstas nesta análise as soluções interventivas, complementada por possíveis substituições que decorrem de necessidades técnicas ou funcionais, ou que são simplesmente influenciadas por modas ou gostos.

Inserido no âmbito do processo de análise, está implícita a consideração de reciclar os materiais existentes, que poderão ser capacitados da mesma função, ou aplicados a novas necessidades, não deixando de fazer parte da funcionalidade global do edificado. Quando necessário, e apenas com o objectivo de complementar o mesmo processo de ciclo de vida de uma forma rentável, a integração de novos elementos no espaço ou edificado em questão é normalmente um passo inevitável, de forma a conseguir atingir as condições inicialmente definidas e cumprir com os requisitos estipulados. Esta adaptação das velhas estruturas a novas funções ou elementos deve ser sempre evidente, assim como reversível.

Neste contexto, surge a ideia de flexibilidade, que irá precisamente facilitar a interação entre a construção tradicional existente com as modernas abordagens arquitectónicas. O conceito implica a reflexão variável na forma de utilizar o espaço, que levará a Arquitectura a toda uma nova configuração espacial e respectiva percepção do Homem a essa mesma configuração. É exactamente nesta circunstância que a sustentabilidade “assegura uma grande possibilidade de diversidade estética, capacidade essa que as cidades no futuro requerem para se manterem como lugares dinâmicos e apelativos” (Cunha, 2007). A flexibilidade vem também responder à contínua e acelerada alteração dos modos de vida da sociedade, sendo assim possível que a função inicial de um espaço possa cambiar facilmente consoante as necessidades desejadas, onde a eficiência dos recursos usados se deve traduzir numa vida útil mais prolongada.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

“Prolongar a vida dos edifícios, assegurando a sua flexibilidade funcional, minimizar o consumo de energia e das emissões de CO₂, mantendo simultaneamente uma certa atractividade estética, tem como primeiro beneficiário o homem e o habitante desses espaços.” (Cunha, 2007)

A tipologia, no domínio da flexibilidade, terá um importante papel na configuração do espaço, pois acabará por ser a boa relação entre as diferentes tipologias que decidirá o sucesso de um projecto de reabilitação. A título de exemplo, assim como o caso de estudo desta dissertação, é comum identificarmos elementos tipológicos invariáveis em intervenções construídas em centros urbanos e, com mais intensidade, em centros históricos. O mais natural é exactamente considerar estes elementos parte da resolução projectual, de forma a fazer coexistir uma imagem histórica com uma abordagem e funcionalidade mais actual e adequada aos parâmetros que consideramos fundamentais ou necessários para que o espaço arquitectónico corresponda à época e, se possível, possua a flexibilidade para satisfazer futuras exigências. Admitindo esta continuidade das referências e valores históricos, a arquitectura poderá, numa perspectiva mais conservadora, manter o carácter estilístico e todo o conteúdo social que afecta o espaço, ao mesmo tempo que, gradualmente, vai inovando as abordagens conceptuais e explorando possíveis caminhos para o futuro da arquitectura. Acima de tudo, pretende-se que a abordagem arquitectónica actual respeite os seus antecedentes, e não que os descure da relevância que demonstram no meio social, facto que pode em muitos casos obrigar a uma forte limitação da aplicação da noção de flexibilidade nas propostas de reabilitação. A coerência projectual, aliada à capacidade de adaptação das tipologias, assume-se, assim, como potencial factor de modernização, permitindo uma evolução contínua, aplicada à noção de flexibilidade.

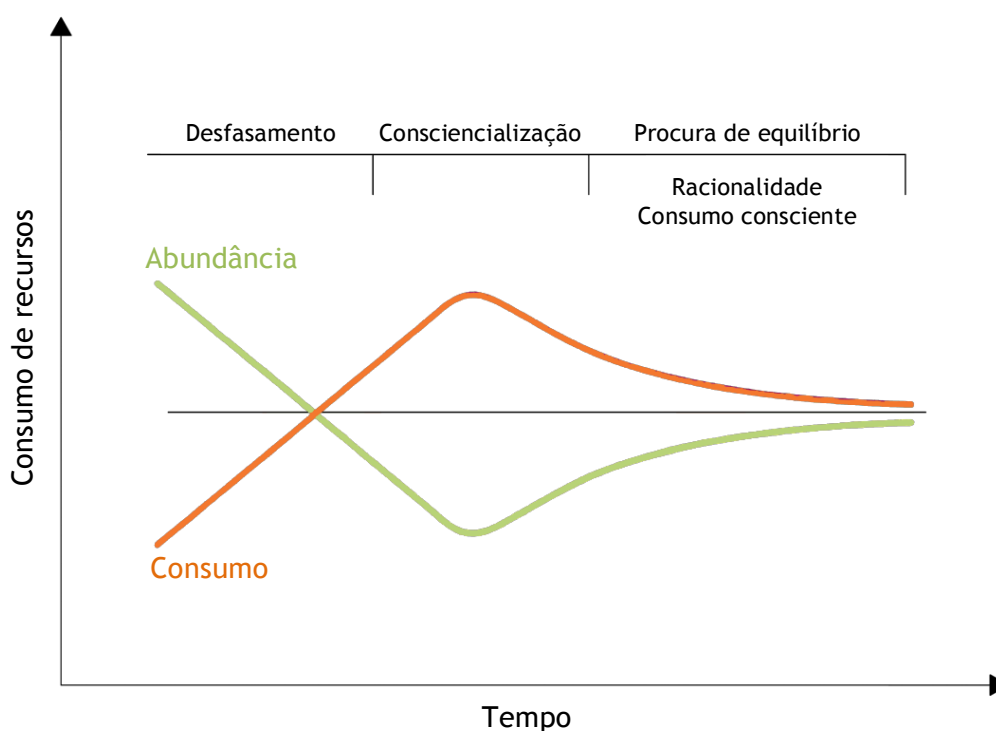
Do mesmo modo, o comportamento energético destaca-se como uma forte preocupação, tanto na construção sustentável, como na reabilitação. Só apenas com um bom desempenho energético é que um projecto deste âmbito se poderá afirmar com sucesso, na medida em que uma boa eficiência energética contribui predominantemente nos consumos e custos ao longo do ciclo de vida do edificado, assim como na própria conservação dos elementos construtivos e da respectiva qualidade de vida que estes proporcionam.

Estes aspectos, decisivos para a qualidade do projecto, são cada vez mais complexos, de forma a darem resposta a um conjunto crescente de exigências, como foi referido, tornando-se sem dúvida um desafio que, para além do arquitecto, engloba muitas outras áreas de especialização. Relativamente a esta evidência, convém referir a importância que cada área tem para uma intervenção de reabilitação, quando presenciamos um número demasiado elevado de projectos mal concebidos e/ou executados, facto que não deveria ser expectável, face ao nosso estado de desenvolvimento.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Numa perspectiva reflexiva do panorama actual e as causas do mesmo, podemos referir que a crise do sector imobiliário em Portugal revelou um alargado conjunto de problemas, que se têm desenfreadamente acumulado nas últimas décadas. O potencial habitacional, profissional e turístico das nossas cidades foi seriamente abalado pela crescente degradação dos centros históricos, anteriormente mencionado no presente capítulo. Seria precisamente nestas zonas que o conceito sustentável deveria emergir, tornando a reabilitação sustentável o motor de reposição da valorização perdida com o tempo. O GRÁFICO 2.7 traduz esta necessidade de inversão dos objectivos no sector da construção, que tanto se aplica a Portugal, como noutros países europeus.

GRÁFICO 2.7 _ Mudança de atitude e procura de equilíbrio [i9]



Com o objectivo de reverter a tendência autodestrutiva actual, vários movimentos e instituições europeias merecem ser mencionadas, pois são, neste momento, dos poucos exemplos vivos de uma temática optimistamente em ascensão na imagem das cidades, mas que, no entanto, ainda pouco se insere nas perspectivas das devidas entidades da sociedade portuguesa. De entre os quais, podemos dar dois exemplos:

- Carta de Leipzig sobre Cidades Europeias Sustentáveis (Maio 2007) - define o modelo ideal de cidade para a Europa do século XXI, constituindo princípios e estratégias comuns de política de desenvolvimento urbano.
- JESSICA & JEREMIE - iniciativas de apoio à criação de fundos de desenvolvimento urbano e com os incentivos à mobilização de capitais privados, afectos à reabilitação e regeneração urbana.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

No panorama nacional, como foi referido anteriormente, ainda pouco se fez relativo à temática, muito por culpa das fortes limitações legais à reabilitação urbana, situação também agravada com a crise económica em que o país mergulhou. Podemos também afirmar que a sociedade atravessa um período de elucidação dos princípios sustentáveis, onde se verificam abordagens relativamente qualitativas, alienadas a uma “tentativa de usar a sustentabilidade apenas como argumento de marketing” (Sousa, 2009). Somente com o tempo e com o aprofundar destas noções, será possível uma aplicação técnica bem consolidada.

Capítulo III - APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

3.1 Introdução

Como caso de estudo, o edificado sobre o qual se desenvolve o trabalho insere-se no Centro Histórico da Cidade do Porto, mais especificamente na Rua do Cativo, pertencente à freguesia da Sé. Fazendo parte do Património Mundial pela UNESCO, o conjunto de habitações escolhido insere-se na noção de construção corrente tradicional portuense. Selecionado precisamente por se tratar de uma sucessão de edifícios mistos, funcionando de comércio nos pisos térreos e de habitação nos pisos superiores, situação muito vulgar na construção apresentada pelos centros históricos portugueses, o caso de estudo é um forte exemplo do estado de degradação que grande parte da zona histórica da cidade do Porto apresenta.

Como se verificará com mais pormenor posteriormente, a localização da rua onde se irá intervir define-se como mais um de vários percursos que unem a Estação de São Bento à Praça da Batalha, locais emblemáticos que tiveram uma influência significativa na imagem do Centro Histórico portuense. Estando esta rua tão próxima do rio Douro e, conseqüentemente, da sua marginal (Ribeira), comumente conhecida por Baixa, verifica-se uma inclinação imposta pela topografia da própria cidade que em toda a sua zona histórica demonstra uma forte variedade de cotas. No seu ponto mais alto (Este), a rua leva-nos às traseiras do Teatro Nacional de São João, monumento que adorna a imagem da Praça da Batalha. Na extremidade inversa (Oeste), inicia-se a Rua Chã, que descreve o caminho descendente até à Avenida D. Afonso Henriques, avenida esta que define o percurso desde a entrada da Estação de S. Bento à altura do Terreiro da Sé do Porto. Importa também referir que é também no seguimento desta avenida que surge a célebre Ponte D. Luís I, marco da cidade e elo de ligação do Centro Histórico da Cidade do Porto à crescente Cidade de Gaia.

O conjunto de edifícios em estudo encontra-se, portanto, no lado Sul da Rua do Cativo, definido unicamente pela frente relativa a esta rua, constituindo os edifícios desde o N° 34 ao N° 42 (conjunto de cinco casas geminadas). A inclinação acentuada da via em questão, que define as entradas para os vários edifícios em análise, ajuda a uma variedade característica de empenas entre lotes, definindo uma das imagens de marca do Centro Histórico do Porto – fachadas Almadinas. Com intenções de aplicar as temáticas aqui defendidas, a escolha do edificado a intervir passou sem dúvida pela evidente necessidade de reabilitar, situação que acabou por coincidir com o estado de degradação e abandono do conjunto analisado. No âmbito desta escolha, pode-se resumidamente concluir que o edificado encontra-se inserido numa zona de referência a um período histórico da cidade, de uma imagem característica e cultural que deve ser preservada.

FIGURAS 3.1, 3.2 & 3.3 _ Localização do caso de estudo na Cidade do Porto [i10]



Localização do Centro Histórico da Cidade do Porto



Localização do Quarteirão onde se insere o caso de estudo



Localização do conjunto de edifícios do caso de estudo

3.2 Contexto Histórico

Como qualquer construção, a história e evolução do espaço sempre teve um papel importante na reconfiguração funcional e/ou estética, valorizando-se, sobretudo em zonas históricas, a protecção das memórias. O caso em estudo não fugirá à regra. Para tal, necessitamos de recuar às origens da própria constituição das ruas que envolvem a área de intervenção. Como ponto essencial no desenvolvimento da cidade, torna-se necessário mencionar factos que tiveram significativa influência na transformação da cidade do Porto e do impacto externo na contínua remodelação do seu centro histórico.

Neste contexto, seguem-se alguns factos históricos, que contribuíram precisamente para a imagem actual desta cidade, de entre os quais se mencionarão também a construção da Estação de São Bento e do Teatro Nacional de São João, edifícios emblemáticos que se realçam na zona envolvente da área de intervenção, assim como se segue uma breve referência a outros espaços de menor relevância, mas que caracterizam de igual modo a área de estudo.

Ao longo da segunda metade do séc. XVIII sucedeu-se um grande desenvolvimento social, económico e industrial na cidade do Porto, que até então vivia ainda ao ritmo da dinâmica medieval, com uma estrutura urbana e muralhas dessa época. Com esta necessidade de evoluir e acompanhar a Europa, gerou-se uma mudança de mentalidades, introduzindo novos pensamentos e ideias que resultaram em novas directrizes políticas de governação, sob a égide do Marquês de Pombal.

No quadro sociocultural da cidade, destaca-se nesta altura o enorme acréscimo populacional, decorrente do crescente afluxo da população rural vizinha e da fixação progressiva de negociantes estrangeiros. Com este crescimento e a nova expansão urbana consequente, houve necessidade de abrir novas vias que funcionassem como eixos fundamentais para permitir um melhor tráfego comercial. Esta necessidade evidenciou-se no processo de transformação da cidade, levado a cabo pela Junta das Obras Públicas, organismo criado em 1757, por João de Almada e Mello, primo do Marquês de Pombal, que pretendia alçar o prestígio da cidade, através da criação de condições urbanísticas, procura de financiamento e expropriações. Com a abertura das novas vias, houve a necessidade de criar novas composições arquitectónicas, adoptando-se os recentes conceitos urbanísticos do Iluminismo.

“Nasce, assim, uma nova filosofia urbana, designada por regularidade urbana, que impôs uma nova concepção, algumas de composição e uma correcta integração no ordenamento de conjunto, o que fez valorizar o Porto em termos paisagísticos, estéticos e monumentais.” (Delgado et al, 2012)

Esta filosofia ajudou a esbater de certa forma os grandes contrastes que as velhas construções medievais apresentavam em relação aos novos edifícios burgueses. Deste modo, os laços existentes entre os programas económicos e sociais e a concepção urbanística acabariam por ser

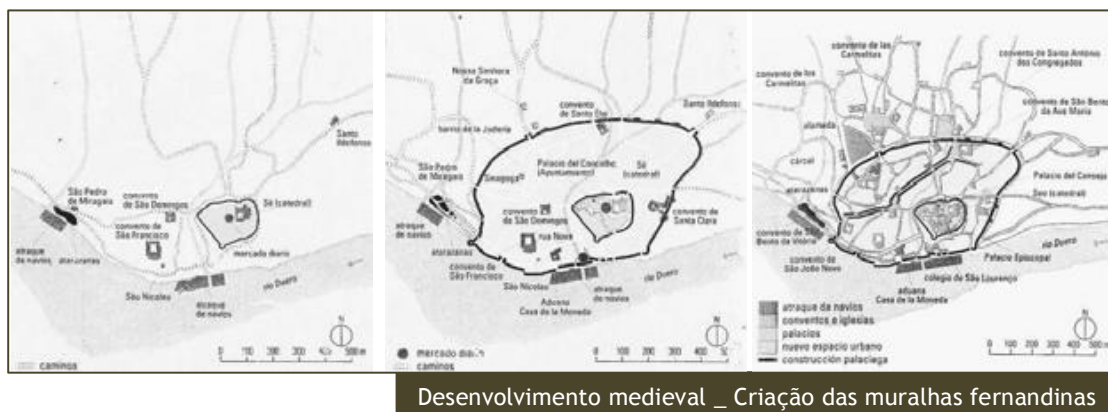
A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

fundamentados por uma arquitectura definida essencialmente pela sistematização e generalização de tipologias de habitação corrente.

Ainda no quadro da transformação urbana levada a cabo pelos Almadas, destaca-se a influência inglesa, sentida essencialmente na opinião estilística da nova arquitectura, de onde se acabou por importar o estilo neopalladiano, derivado da crescente comercialização do vinho do Porto e consequente aumento da população colonial na cidade, como já foi referido.

É, ainda, de salientar o impacto da Revolução Liberal de 1820, onde se verificaram significativas mudanças ideológicas, políticas e económicas, evidenciando-se também no desenvolvimento estratégico-urbanístico e dinamismo da cidade do Porto, no que diz respeito a estruturas de circulação, com a abertura de novas vias e ruas, expandindo novamente a cidade e densificando a malha urbana. A cidade foi crescendo, organizando-se administrativa, financeira e culturalmente, constituindo-se numa capital regional que ainda hoje é. Nas FIGURAS 4,5 & 6 aqui presentes pode-se constatar de forma mais visível a expansão que a cidade sofreu, desde o seu período medieval.

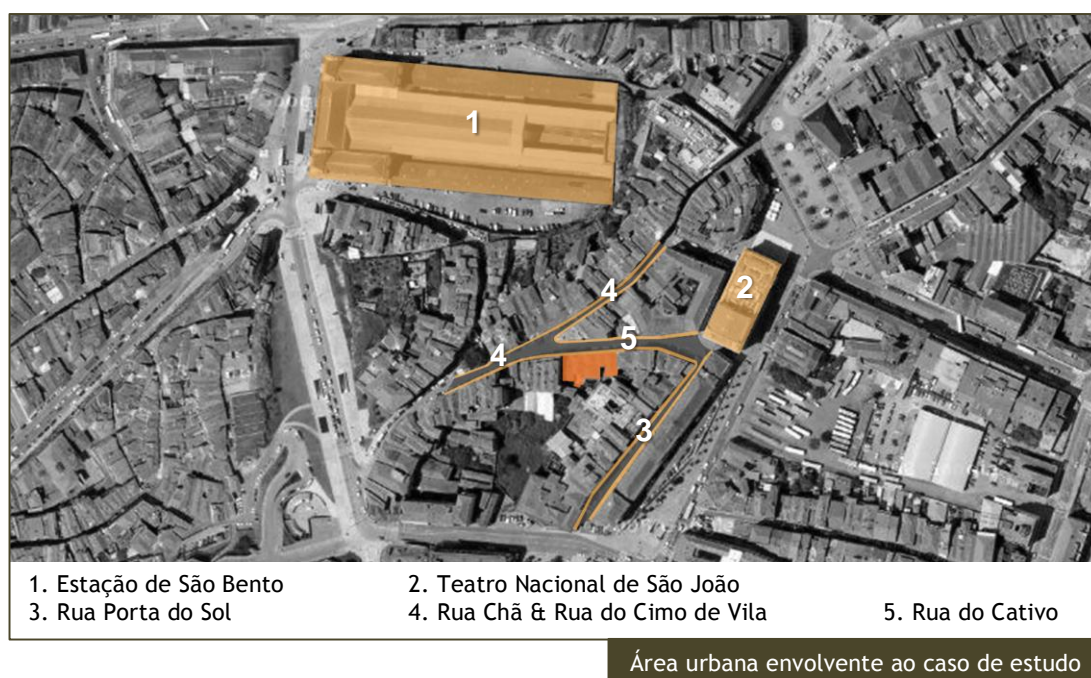
FIGURAS 3.4, 3.5 & 3.6 _ Crescimento da Cidade do Porto [111]





Nesta análise mais global do crescimento da cidade do Porto, deve-se referir o período posterior à primeira metade do século XIX, no qual o desenvolvimento da metrópole considera já um plano de expansão bastante extenso. Já durante a ditadura vivida em Portugal, destaca-se com grande importância o plano de melhoramentos desenvolvido de 1956 a 1966, programa que, de forma expressiva, aborda o perigo da decadência do centro histórico, dando origem a múltiplas avaliações de qualidade e salubridade do edificado, mas que, como solução principal, acaba por agravar a desertificação do núcleo da cidade, através do realojamento da população para bairros sociais situados nas periferias da cidade. Na FIGURA 3.7, identificam-se as obras de relevância histórica, que acabaram por ter um impacto directo ou indirecto no desenvolvimento da área em estudo.

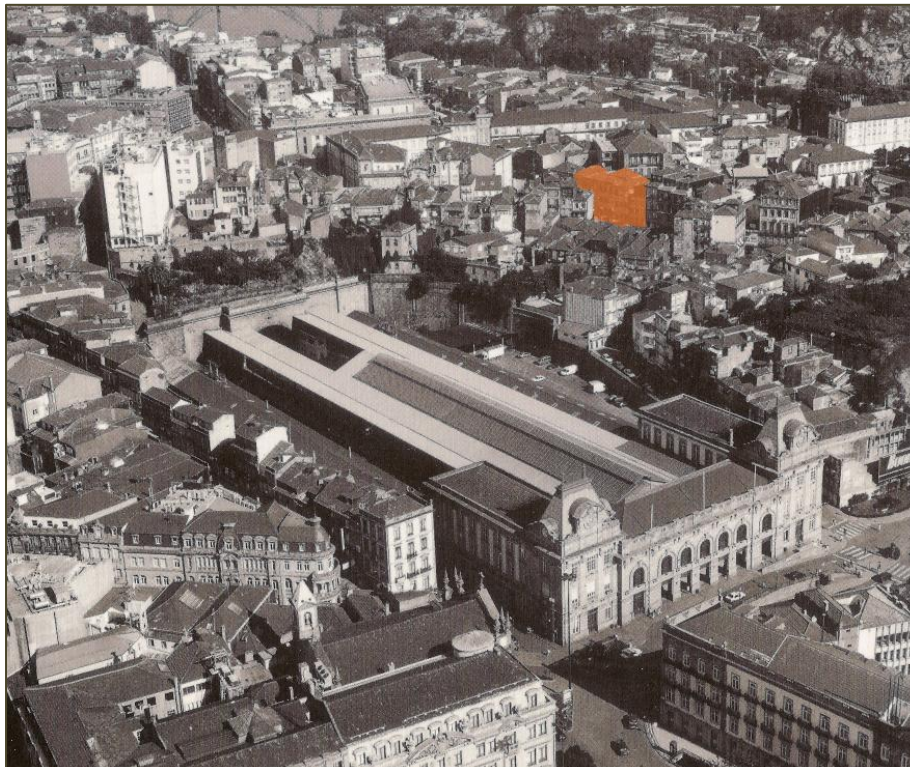
FIGURA 3.7 _ Locais de Relevância Histórica [i12]



1. ESTAÇÃO DE SÃO BENTO

Destaca-se o ano de 1834, durante o qual é decretada a extinção das ordens religiosas em Portugal, derivado ao êxito do Liberalismo. Este decreto levou à importante demolição do Mosteiro de São Bento de Avé-Maria, mandado erigir por D. Manuel I em 1518. Este tornar-se-á o local em que se ergue posteriormente a famosa Estação de São Bento, evidenciada na FIGURA 3.8 (onde a área de estudo está destacada com um tom de laranja), consequência da desamortização dos bens das ordens religiosas. É, assim, em 1887, apresentado o plano do ramal entre a estação e a rede ferroviária nacional, com o nome de Linha Urbana de Caminhos de Ferro do Porto, de forma a aproveitar o espaço do mosteiro que, contudo, apenas em 1892 se inicia o seu processo de demolição. A aprovação, um ano mais tarde, deste projecto acabou por acompanhar as significativas mudanças propiciadas pela revolução dos transportes públicos, outro dos motivos do crescimento e desenvolvimento comercial e económico, interno e externo. Com este projecto, através da ampliação do Largo de S. Bento – actual Praça de Almeida Garrett - comparativamente à anterior identidade com o mosteiro, a estação vai impulsionar a transformação dos fluxos originais da cidade, conduzindo a profundas mutações socioeconómicas. Sendo oficialmente inaugurada em 1916, a Estação de São Bento, projectada pelo arquitecto Marques da Silva, marca sem dúvida a toponímia urbana que engloba toda a área antigamente ocupada pelo Mosteiro, tendo assim potencializado a comunicação do centro da cidade com o mundo. Apesar de não se encontrar directamente ligada ao local de estudo, a composição das vias envolventes ao antigo mosteiro foram sem dúvida afectadas pelos processos de transformação que toda a zona.

FIGURA 3.8 _ Estação de São Bento [i13]

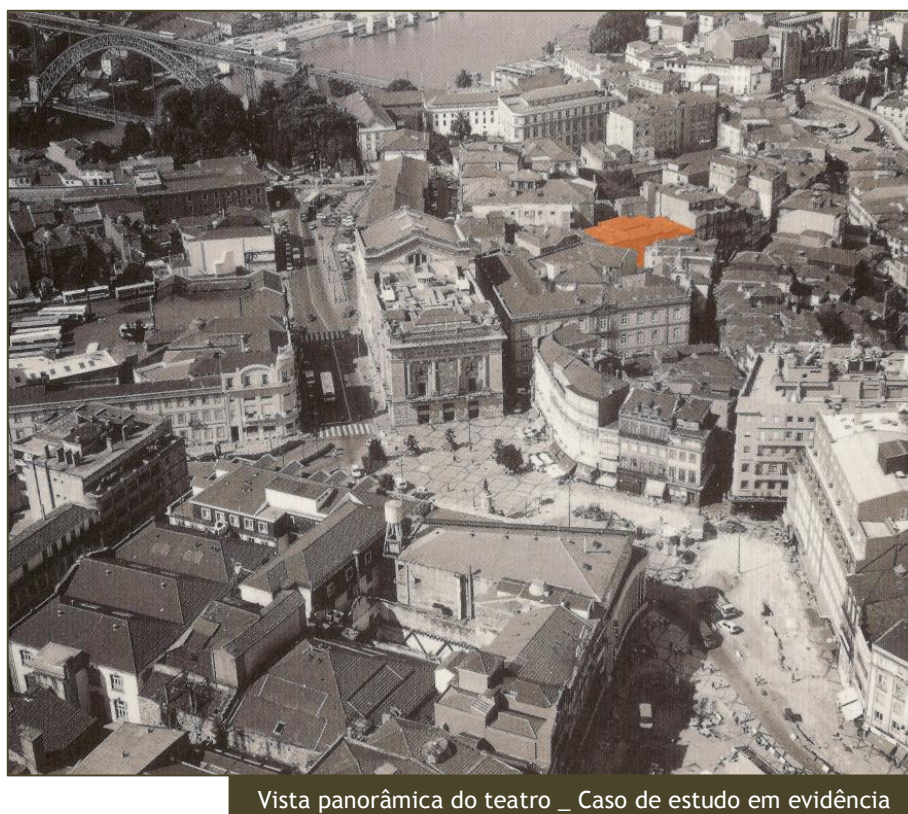


Vista panorâmica da estação _ Caso de estudo em evidência

2. TEATRO NACIONAL DE SÃO JOÃO

A 13 de Maio de 1798, a inauguração do Real Theatro de São João representa um marco significativo no panorama cultural portuense. Situado precisamente na continuação da Rua do Cativo, este foi o primeiro edifício na cidade do Porto a ser construído propositadamente para acolher a representação e encenação das mais variadas formas de expressão artística. Contudo, a 12 de Abril de 1908, o teatro projectado pelo arquitecto e cenógrafo italiano Vincenzo Mazzoneschi é destruído por um forte incêndio, potenciado por inúmeras deficiências ao nível da segurança evidentes no projecto. Com o intuito de reerguer tanto o teatro como a imagem portuense, os órgãos municipais concentram-se de imediato na reconstrução deste símbolo cultural, tendo, por este motivo, aprovado, a 6 de Maio de 1910, o projecto do novo teatro da autoria do arquitecto Marques da Silva, altura durante a qual este já coordenava as obras de construção da Estação Ferroviária de S. Bento, anteriormente mencionado. Num cenário urbano, em pleno centro histórico da cidade do Porto, o actual edifício do Teatro Nacional de S. João, apresentado na FIGURA 3.9 (onde a área de estudo está destacada com um tom de laranja), corresponde à área completa de um quarteirão, sendo que a sua fachada principal completa o desenho da Praça da Batalha. O edifício liga-se ainda à Rua de Augusto Rosa, pela fachada lateral esquerda, deixando a fachada lateral direita para a Travessa do Cativo e a posterior Rua do Cativo, local em estudo nesta dissertação.

FIGURA 3.9 _ Teatro Nacional de São João [i14]



Vista panorâmica do teatro _ Caso de estudo em evidência

3. RUA PORTA DO SOL

Partindo do Teatro Nacional S. João, a Rua Porta do Sol separa o Palácio dos Condes de Azevedo – datado do século XVII/XVIII, comprado pelo estado em 1887 para serviços públicos – do antigo edifício do Governo Civil – construído no final do século XVIII, local onde passava a Muralha Fernandina. Neste último, encontra-se actualmente, a esquadra da Polícia da Sé. O seu nome deve-se ao facto de, anteriormente, ser o local onde existia uma porta nas referidas Muralhas, que hoje se desfazem nas novas vias criadas ao longo dos séculos.

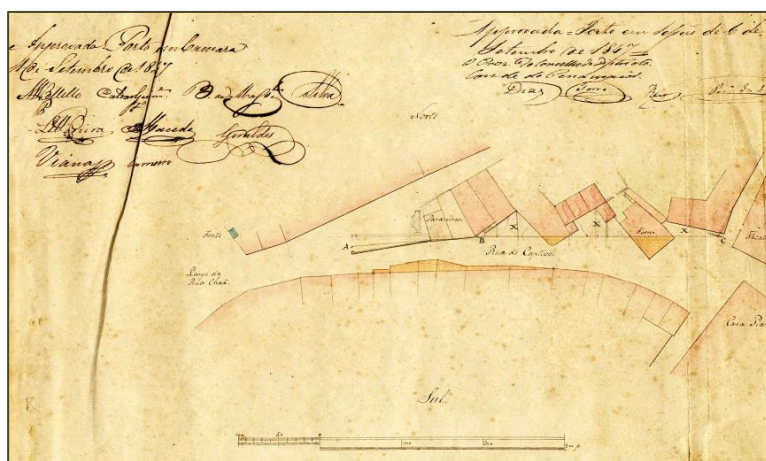
4. RUA CHÃ & RUA DO CIMO DE VILA

Chamada de Chã das Eiras já em 1293, a origem do nome da Rua Chã deve-se ao seu traçado plano e pavimentado, grande e espaçoso. Este percurso fazia parte do burgo medieval, profundamente ligado à história da cidade, evidente pela longa existência da rua. Na intercepção das duas ruas – Chã e Cimo de Vila –, num dos edifícios em azulejo voltados para a fonte de três bicas, que se encontra também com a Rua do Cativo, existia uma casa apalaçada, o Paço da Marquesa, datada do século XIV, que funcionou de residência a importantes entidades do clero, tendo mudado de proprietários e, conseqüentemente, sofrido varias transformações que acabaram por dissipar o seu valor patrimonial. Já a Rua do Cimo de Vila, o seu nome tem origem no facto de, pertencendo ainda à urbe medieval, delimitada pelas Muralhas Fernandinas, esta rua era o ponto mais alto no extremo da cidade. Nesta encontra-se a Igreja da Ordem do Terço, seguida pelo respectivo hospital. A rua era famosa pela sua vida social, assim como as ruas adjacentes, onde abundavam tascas e restaurantes populares, sem dúvida, um ambiente quase inexistente nos dias de hoje.

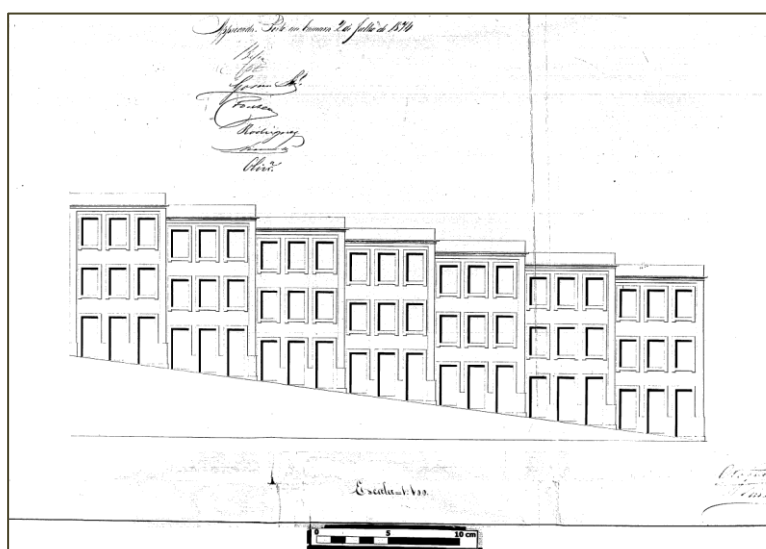
5. RUA DO CATIVO - LOCAL DE INTERVENÇÃO

Restringindo o contexto histórico ao local de estudo, evidenciamos então a rua na qual se encontra o conjunto de edifícios em análise. A rua é, assim como as anteriormente mencionadas, parte integrante do que foi a cidade medieval, já referida em 1492 como viela, estando, por isso, confinada no interior das Muralhas Fernandinas. Tendo o título de rua apenas em 1743, esta foi sofrendo algumas alterações, sendo a mais pertinente o alinhamento das fachadas. Suportado pelos desenhos técnicos apresentados nas FIGURAS 3.10 & 3.11, é sem dúvida um facto relevante na evolução da constituição dos edifícios, sendo de destacar que, a partir desta alteração, levada a cabo em 1847, poder-se-á verificar que, com o objectivo de manter a constância e repetição dos elementos constituintes da fachada, existe uma sobreposição muito curiosa de uma parede de meação com o enquadramento de uma das linhas de janelas, tendo, por este motivo, coberto as mesmas, de forma a não comprometer a estrutura e a estética da fachada.

FIGURAS 3.10 & 3.11 _ Documentos históricos do caso de estudo[i15]



Proposta de alinhamento da Rua do Cativo _ 1847



Proposta de reparação da fachada do caso de estudo _ 1874

Como muitas habitações, o conjunto em análise, pertencente ao mesmo proprietário, admitiu ainda pequenas alterações, como é exemplo o reparo de portas e caixilhos em 1923, devidamente documentado nos arquivos da Casa do Infante no Porto. Ainda em relação à própria rua, podemos ainda referir que, de um só sentido ascendente de tráfego, apresenta hoje vários edifícios a pedirem reformas urgentes, de entre os quais alguns já se encontram em processo de remodelação ou até demolição para posterior construção, seguindo assim a ideia da necessidade de reabilitação do centro histórico do Porto.

A falta de elementos de investigação que comprovem datas e origens de alguns factos relatados, precisamente pela inexistência dos mesmos, não permite uma análise rigorosa de certos acontecimentos, mas os dados conseguidos possibilitam uma aproximação histórica bastante conclusiva.

3.3 Contexto Sócio-económico Actual

Após uma análise histórica, será necessário agora avaliar o contexto actual do projecto em estudo, tendo em conta os aspectos sociais, demográficos e económicos que estejam relacionados com a zona de intervenção. Para tal, a informação que se segue, é suportada por estudos e conclusões dos Censos desenvolvidos nas últimas décadas pelo INE, e por alguns inquéritos desenvolvidos pela Quaternaire Portugal 2000, que, apesar de não serem recentes, reflectem tendências actuais. Destaca-se ainda a importância do estudo desenvolvido pela PORTO VIVO (Iniciativa da Sociedade de Reabilitação Urbana), através da publicação de *“Delimitação da Área Urbana do Centro Histórico do Porto em Instrumento Próprio”*, nos valores apresentados.

O núcleo da cidade do Porto demonstra actualmente uma densidade populacional envelhecida, ao mesmo tempo que reflecte um progressivo abandono demográfico, alterando completamente a estrutura social do seu centro. Muito por influência do crescimento para zonas periféricas recentemente urbanizadas, o poder atractivo residencial, comercial e de serviços deixou, há muito tempo, de residir no centro da cidade. Este fenómeno, reforçado pela necessidade das camadas jovens e instruídas procurarem locais com maiores possibilidades monetárias, provocou uma retracção da função habitacional no centro histórico, resultando assim numa quantidade alarmante de edifícios vazios e, consequentemente, degradados.

Outro grande factor negativo deste êxodo do centro histórico é a inadequação funcional às tipologias arquitectónicas e ao tecido urbano, que contribui significativamente para a desqualificação dos imóveis e desvalorização do espaço urbano. Com maior incidência no Núcleo Histórico (compreendido pelas freguesias de Miragaia, São Nicolau, Vitória e Sé) e áreas envolventes, os estudos aqui analisados contribuem na descrição de tendências gerais de transformação. Estas tendências reflectem-se em diversas temáticas, que se influenciam mutuamente e das quais é possível estabelecer eixos de diagnóstico. Quanto às características demográficas, como já foi dito, a área central da Cidade do Porto tem vindo a sofrer consideráveis perdas populacionais nos últimos tempos, sendo que, no período entre 1991 e 2001, regista-se, no Núcleo Histórico do Porto, uma perda de 36% da população residente, acrescida aos quase 21% registados no período anterior de 1981 a 1991 (Martins, 2012). Os resultados dos Censos 2011 vêm ainda confirmar a incapacidade das entidades governamentais em inverter esta tendência.

TABELA 3.1 _ Evolução dos valores populacionais do Centro Histórico do Porto [i16]

População residente no Centro Histórico do Porto					
1960	1970	1981	1991	2001	2011
21.072*	----	14.830	11.775	7.551	4.260
* Valor obtido no Plano Director da Cidade do Porto, de 1962					

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Este decréscimo populacional, evidente na TABELA 3.1, verifica-se desde a década de 40, sendo que, de 1981 a 2001, a perda da população desta mesma zona situou-se na casa dos 53%, passando dos 27.961 habitantes para os 13.218, onde a freguesia mais afectada foi precisamente a freguesia da Sé, na qual se insere o caso de estudo, representando 39% (5.732 habitantes) da perda total neste período (Martins, 2012).

Ao declínio demográfico referido, soma-se a comprovação do contínuo envelhecimento da população de toda a Cidade do Porto. De uma proporção de 12%, que representava a população com mais de 65 anos de idade, em 1981, passa-se para uma proporção de 19%, em 2001, facto ainda reforçado pela subida de 8% da mesma, no período entre 2001 e 2011. Entre 1981 e 2001, contrariamente a este crescimento da população idosa (30%), a população com menos de 14 anos decresceu significativamente (52%), assim como a população entre os 15 e os 24 anos (34%), contribuindo assim para uma indesejada e desproporcional pirâmide etária. Verifica-se com estes valores que, em 1991, o número de jovens residentes iguala o de idosos. Situação claramente agravada, quando se constata em 2001 uma fasquia de 194 idosos por cada 100 jovens no núcleo histórico, sendo esta de 147 idosos por cada 100 jovens no panorama da Cidade do Porto. Já de 2001 a 2011, a população entre os 15 e os 24 anos decresce em cerca de 32%, acompanhando por isso a tendência negativa das décadas anteriores (Martins, 2012).

Outro aspecto decisivo na transformação das características demográficas é a estruturação dos agregados familiares, que, com a formação de famílias de menor dimensão, vão tendo maior expressão, constituindo, em 2001, cerca de 60% dos agregados familiares. A população reformada ou aposentada tem pesa também na estrutura etária envelhecida, sobretudo no Núcleo Histórico. Contrariamente, no mesmo ano e área, o número de estudantes com mais de 15 anos é claramente menos expressivo, assim como a percentagem de estudantes entre os 20 e 24 anos (INE, 2012).

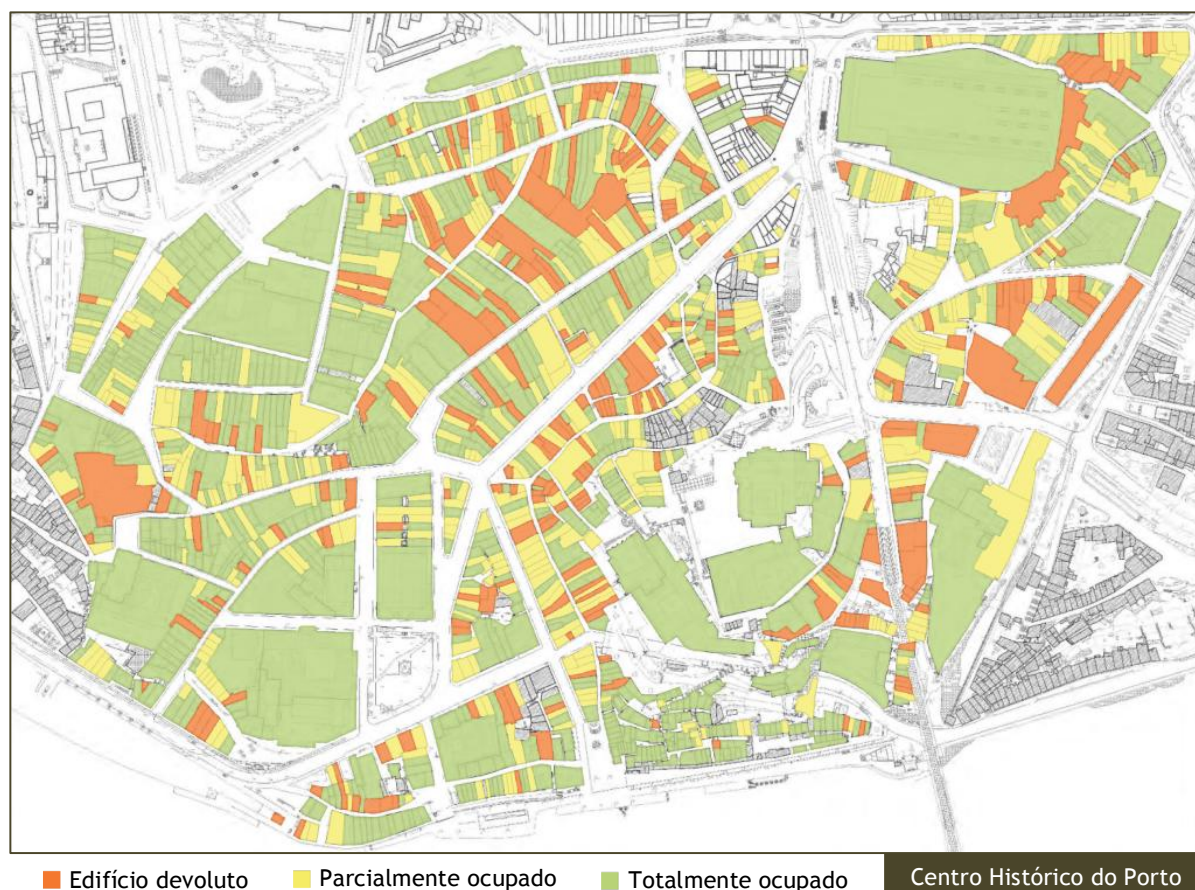
Para além destes problemas, realça-se o forte contraste entre os níveis de qualificação académica da população do Núcleo Histórico e no anel central (zona circundante ao núcleo), constatando que, no Núcleo Histórico, 34% da população residente apenas possui o 1º ciclo do Ensino Básico e 12% não sabe ler nem escrever, comparativamente aos 25% e 10%, respectivamente, no panorama geral da Cidade do Porto (Martins, 2012). Estes fracos níveis de qualificação académica traduzem-se na também desqualificada estrutura profissional, com maior evidencia no Centro Histórico, exprimindo a fraca presença de grupos qualificados nesta área. A debilidade desta área acentua-se ainda com a taxa de desemprego no Núcleo Histórico, claramente superior à verificada no anel central e no concelho, que, na década de 90, atingiu os valores mais elevados nas freguesias de São Nicolau e da Sé (zona de intervenção).

Tem-se averiguado também uma redução no número de alojamentos, referenciando-se um decréscimo de 14% no número de alojamentos familiares clássicos (passando de 8.549 para 7.400 alojamentos), representando, consequentemente, uma queda de 29% do número de famílias clássicas (passando de 7.311 para 5.196 famílias), no período compreendido entre 1991 e 2001.

Ainda, de entre os cerca de três mil edifícios contabilizados, em 2001, no Núcleo Histórico, destaca-se o facto de que 65% possuíam uma função exclusivamente residencial e 29% contavam-se como principalmente residencial, sendo de realçar novamente a freguesia da Sé, onde 80% dos edifícios são tidos como exclusivamente residenciais (Martins, 2012). Relativamente às habitações não familiares (normalmente destinadas a estudantes), verificamos uma percentagem significativa, sendo que cerca de 80% das famílias do Núcleo Histórico vivem em habitações arrendadas ou subarrendadas (Cunha, 2007). É precisamente nesta zona que se confere uma maior incidência dos casos de habitações subarrendadas, situação que se equilibra entre o arrendamento e a ocupação pelos proprietários no anel central. Esta circunstância no arrendamento é claramente marcada pelos baixos níveis das rendas no Núcleo Histórico, motivados pelos níveis de conforto e de exigências de habitabilidade exigidos, que um número bastante significativo de habitações não satisfaz.

Existem ainda problemas relacionados com os níveis de ocupação, sendo que, no Centro Histórico, se estima que apenas 17% do edificado esteja integralmente devoluto, encontrando-se totalmente ocupado em quase metade dos seus edifícios. Embora em nenhum dos casos o número de edifícios desocupados seja igual ou superior aos habitados, é a área da Sé que possui o maior nível de edifícios desabitados (Martins, 2012), nos quais se inserem os edifícios do caso de estudo. Na FIGURA 3.12, comprova-se o fraco estado de ocupação que o Centro Histórico do Porto apresentava em 2010.

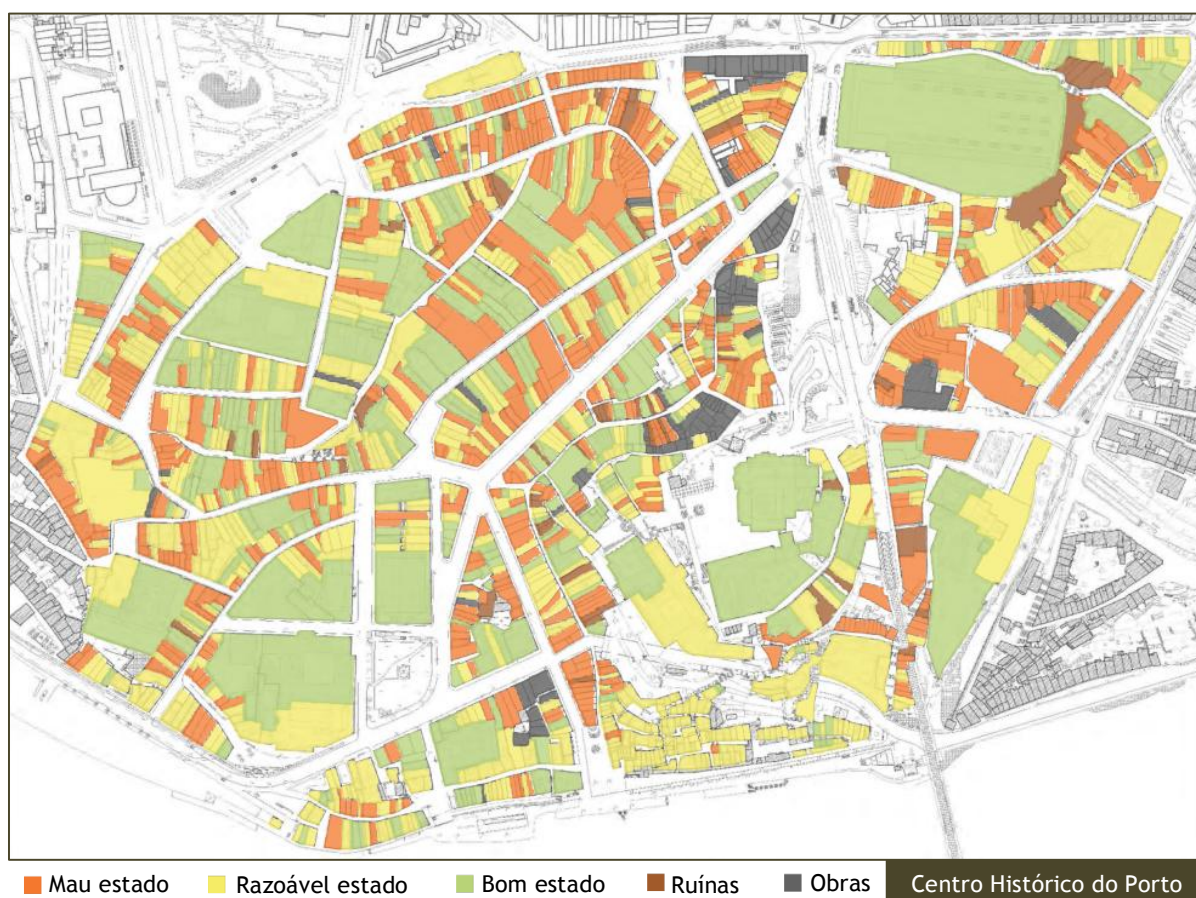
FIGURA 3.12 _ Estado de ocupação em 2010 [i17]



A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Como motivo deste panorama, a insuficiência de rendimentos gerados e a incerteza quanto à rentabilidade futura colocam, consequentemente, em causa a possível reabilitação. Estas tendências estimulam, assim, um estado de degradação física maior dos imóveis. Situação que se verifica nos Censos de 2001, em que cerca de 85% dos imóveis do núcleo histórico são apontados a intervenções de conservação nas coberturas, 80% nas estruturas e 84% nas paredes e caixilharias exteriores. Neste ponto, a zona correspondente ao anel central não melhora muito, sendo que cerca de 73% dos imóveis precisam de intervenções de conservação nas coberturas, 70% nas estruturas e 75% nas paredes e caixilharias exteriores (INE, 2012). A FIGURA 3.13 expõe claramente o avançado estado de degradação em que o edificado do Centro Histórico do Porto se encontrava em 2010.

FIGURA 3.13 _ Estado de conservação em 2010 [i18]



Estes elevados níveis de degradação, verificados principalmente no Núcleo Histórico, acabam por ser o grande catalisador dos baixos níveis de ocupação evidenciados. Em 2001, o total de alojamentos vagos no Núcleo Histórico ascendia aos 27%, contando 67% como residência habitual, valores estes superiores à média da Cidade do Porto (15% para alojamentos vagos 77% para residência habitual). O que se deve ter em conta neste panorama, é o facto da situação de que a maior parte dos alojamentos vagos é indefinida, rondando os 55%, em contraponto com os 5% vagos para venda e os 30% vagos para arrendar. Estes dados espelham bem o forte abandono e estagnação que tem exponencialmente afectado o mercado imobiliário do núcleo histórico. Porém, a evolução que se tem presenciado reflecte uma certa retoma de algum dinamismo deste mercado,

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

contabilizando, em 2001, um número de fogos concluídos em construções novas de habitação de 7, valor que se eleva aos 55, contabilizados em 2009 (Martins, 2012).

Em termos de dinamismo económico, existiam, segundo os dados do Portal Estatístico de Informação Empresarial, em 2010, 2.159 empresas nas freguesias do Núcleo Histórico, valor superior às 1.427 empresas identificadas em 2003. Quanto ao concelho, o Porto apresentava 25.564 empresas em 2010, sendo 2.159 sedeadas no Núcleo Histórico (8% do total). O volume de micro empresas representa 57% do total das empresas na Cidade do Porto, sendo este de 53% no Centro Histórico. Em comparação a 2006, no ano de 2009 o número de micro empresas cresceu cerca de 8% na cidade e 3% no Núcleo Histórico. Este é sem dúvida um factor positivo, reflectindo-se no volume de negócios desenvolvido no Núcleo Histórico, que, em 2009, representava 7% do total do concelho e registava um incremento de 8% face ao valor registado em 2006. Dentro deste universo, os empregados no comércio representavam, em 2001, 20% da população trabalhadora residente no Núcleo Histórico. É de salientar que, em 2009, o número de trabalhadores no Núcleo Histórico totalizava os 12.019 (11% do total da cidade), o que evidencia uma evolução positiva desde 2006 (Portal Estatístico de Informação Empresarial do IRN, 2011).

Relativamente aos sectores de actividades e sempre com referência ao Núcleo Histórico, destaca-se o crescimento do grupo das actividades criativas, que, em 2010, representava 7% do total do sector na cidade e que, de 2006 a 2009, verifica um acréscimo do emprego na ordem dos 22%. Quanto às empresas hoteleiras, estas apresentavam, em 2010, 51 num total de 277 empresas, o que corresponde a 18% do Núcleo Histórico e apenas 1% em toda a cidade. Assim como o anterior sector, este também experienciou um crescimento de 2006 para 2009 na ordem dos 13%, tanto no Núcleo Histórico como na cidade. Já o comércio a retalho, conferiam-se 383 empresas em 2010, o que equivale a 11% do total do sector na cidade. Este, ao contrário dos outros sectores, sofreu um decréscimo de cerca de 12% no núcleo histórico e de 8% no concelho, no período de 2006 a 2009. Nota-se, assim, o efeito negativo sobre este sector em virtude da concorrência de espaços comerciais alternativos nas periferias da cidade. Por fim, a área da restauração, que representa, em 2010, 8% do total de empresas na cidade e 15% (290 empresas) no Núcleo Histórico, experiencia um crescimento do número de trabalhadores na ordem dos 9% e 8%, respectivos a cada área, quando comparado 2009 face a 2006 (Martins, 2012).

Podemos, assim tirar as seguintes conclusões: assiste-se, há já muito tempo, a uma desertificação no Núcleo Histórico, levada a cabo pela população residente, que mutuamente evidencia o crescente envelhecimento da fracção que permanece no mesmo, facto motivado pelos baixos níveis de conforto e salubridade do edificado. Apesar disso, verificam-se algumas tendências positivas, ainda que débeis, no sector económico. Não obstante, salienta-se o constante crescimento turístico na cidade, tendência que estimula uma alteração do paradigma de desenvolvimento urbano, de forma a potenciar recursos e a ultrapassar o profundo declínio do Centro Histórico.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

QUATERNAIRE PORTUGAL – 2002 (Quatenaire Portugal, 2002)

Num estudo desenvolvido pela Quatenaire Portugal, são analisados inquéritos feitos a residentes da Baixa do Porto, nos quais, para além dos problemas já mencionados, os seus habitantes destacam sobretudo:

- Os níveis de poluição, gerado pelo volume de tráfego urbano, com maior foco nas vias mais estreitas (27% dos residentes);
- As dificuldades de estacionamento (22% dos residentes);
- Os níveis de insegurança urbana (22% dos residentes);
- A fraca presença de espaços verdes públicos (16% dos residentes).

Contudo, a generalidade atribui grande importância à identidade da Baixa, realçando a consolidação urbana do Centro Histórico, assim como destacam as vantagens da centralidade, da relação de vizinhança, valorizando ainda a oferta comercial e as características das habitações. Dentro ainda deste estudo, analisam-se respostas de potenciais moradores na Baixa, sendo forte a atractividade residencial do concelho do Porto, especialmente para estudantes universitários e profissionais ligados ao mundo artístico. Na sua maioria, a juventude universitária gostaria de se fixar na Área Metropolitana do Porto, sendo que cerca de 50% pensam em fixar-se no concelho do Porto. Já os profissionais das artes e cultura, apenas 11% equaciona a possibilidade de se fixar fora do concelho do Porto. Numa análise aos principais factores na selecção de um local de residência, destacam-se os seguintes critérios:

- Acessibilidade ao local de emprego;
- Qualidade ambiental;
- Segurança;
- Proximidade de equipamentos de cultura e lazer;
- Vivência urbana – forte actividade social, apoiada por uma elevada oferta de equipamentos, cultura e lazer;
- Relação qualidade/preço.

Mais especificamente, as camadas jovens privilegiam sobretudo aspectos como o custo (63% dos inquiridos), a dimensão (59%), a qualidade da construção (49%) e estacionamento (38%). Já os profissionais das artes e da cultura, destacam os seguintes requisitos, como a casa (70%), o custo (65%), a qualidade da construção (43%) e a estética da habitação (38%). Não menos importante, os agregados familiares, residentes na Área Metropolitana do Porto, salientam, em parte, diferentes condições, como a dimensão da habitação (42%), o preço da mesma (37%) e a qualidade da construção (29%).

3.4 Análise Arquitectónica

Como já foi referido no contexto histórico, a influência dos Almadás no desenvolvimento da Cidade do Porto, na segunda metade do século XVIII, foi dos períodos mais marcantes da história de uma cidade que sempre rivalizou com a capital em termos de progresso e inovação. Pelas mãos de João de Almada, o Porto conhece uma nova concepção de cidade, aliada às perspectivas iluministas oriundas da forte ligação com as tendências britânicas, onde se destaca o cônsul John Whitehead, principal catalisador do gosto neopalladiano que perdura no Porto até meados do século XIX. Neste contexto, o desenvolvimento urbano visava privilegiar a luz, a higiene e a racionalização do espaço físico e social, que acabaram por redefinir toda uma imagem cidadina, especialmente através do novo traçado das novas ruas, em que se favorece a largura e as linhas rectas, assim como o respectivo alinhamento e regularização das fachadas, facto já mencionado no contexto histórico.

“No Porto, à semelhança de outras cidades nas quais dominou a casa em profundidade e de frente estreita, os tipos de habitação representam o resultado de uma das mais antigas e contínuas histórias de recuperação urbana.” (Fernandes, 1999)

FIGURAS 3.14 & 3.15 _ Evidente preservação das Fachadas Almadinas [i19]



Rua dos Clérigos

Rua Mouzinho da Silveira



A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

As transformações tipológicas que este tipo de habitação apresenta, revela características que se podem estender à sua generalidade, no que diz respeito a técnicas e materiais construtivos aplicados, sendo que se verifica um domínio de materiais, como o granito, a madeira e o ferro. Podemos, então referir alguns aspectos intrínsecos às características tipológicas, que, posteriormente, serão aprofundados no levantamento e caracterização dos elementos construtivos do caso de estudo.

A tipologia deste tipo de construção previa uma associação contígua, através de paredes de meiação, sem nenhuma solução específica para as casas de esquina, que apenas se acomodava à morfologia do quarteirão. A variação de alturas, tanto entre edifícios como na adaptação à topografia, ajuda à vasta diversidade de construções, mesmo verificando-se uma repetibilidade das métricas construtivas, assim como a multiplicidade de cores apresentadas nas fachadas, muitas vezes em azulejo (elemento predominante na identidade de muitas construções tradicionais). Como elementos estruturais, a pedra destina-se principalmente ao suporte vertical, enquanto que a madeira tende a ser usada apenas para suporte horizontal. As coberturas, geralmente de quatro águas, apoiam-se nas quatro paredes laterais, sendo que a sua estrutura interna era usualmente montada em madeira. No interior, também a estrutura das escadas se verifica normalmente em madeira, segundo uma estrutura oblíqua, que serve de suporte dos degraus. Este sistema construtivo resultava na definição de duas fachadas, uma denominada de frente ou de rua e outra denominada de tardoz ou simplesmente traseiras, as quais eram desenhadas com grande qualidade arquitectónica e urbana, com rigor métrico.

“Os edifícios antigos, de construção tradicional, são caracterizados por uma repetição de formas e métodos construtivos, sendo fácil identificar vários elementos que pelas suas características são susceptíveis de, em diferentes edifícios, apresentarem o mesmo tipo de anomalias e desadequação às exigências e regulamentos actuais, implicando semelhantes necessidades de intervenção.” (Carvalho et al, 2012)

Com isto em mente, podemos então referir-nos ao projecto em estudo como um conjunto de edifícios num avançado estado de degradação, sendo que as intervenções possíveis se iram caracterizar principalmente em função das necessidades de cada edifício.

3.5 Levantamento e Caracterização dos Elementos Construtivos

Na caracterização da construção tradicional do Norte de Portugal, onde se insere o local em análise, a intemporalidade e actualidade da mesma reside num saber empírico, que resistiu a vários séculos, apurando formas de construir com uma panóplia de materiais relativamente restrito, como foi dito anteriormente. Segundo Joaquim Teixeira e Rui Fernandes Póvoas (*in* “Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos”), a construção tradicional define-se como o “conjunto de procedimentos relacionados com determinadas formas de manuseamento de certos materiais, resultantes em técnicas e sistemas de construção de edifícios até às primeiras décadas de século XX”. No seguimento desta noção, diz-nos ainda que esta se materializa “em tantas formas quantas as épocas, os estilos, os contextos geográficos e socioculturais” (Póvoas & Teixeira, 2012).

Antes de mais, convém referir os vários aspectos a ter em conta, no que diz respeito ao conteúdo funcional. Todos os edifícios em análise identificam-se com o termo de edifício misto, como já foi referido, e não apresentam qualquer ligação entre si. A disposição do aglomerado edificado, tendo em conta a exposição solar, define-se pelo eixo Norte-Sul, isto é, a fachada principal, voltada para a Rua do Cativo, encontra-se a Norte, deixando as traseiras para Sul. As traseiras destes edifícios revelam alguns espaços abertos, que apresentam uma cota superior ao piso de entrada, fazendo-se assim a comunicação através do primeiro piso. A comunicação vertical está independente do estabelecimento comercial que delimita o espaço do piso térreo virado para a respectiva rua. Apesar das diferentes alturas e cotas interiores, possuem todos três pisos. Relativamente à dinâmica da localização, pode-se referir a pouca exposição que a rua transmite, visto ser uma zona pouco habitada e de pouco tráfego, seja este de pessoas ou de veículos. Apesar disso, não deixa de estar numa posição favorecida pela proximidade de locais de elevada actividade.

De um modo geral, a maioria das habitações envolventes está habitada, com excepção precisamente do conjunto edificado em análise, que se encontra praticamente desocupado, não fosse a actividade comercial nos pisos térreos. Este facto reforça os deficientes níveis de ocupação, evidenciados no contexto social anteriormente analisado.

Na FIGURA 3.16, é apresentada uma vista aérea do local de implantação em estudo, com a numeração respectiva dos edifícios, que vai, até ao final desta dissertação, ser o factor de identificação dos mesmos. Seguidamente, as FIGURAS 3.19 à 3.22 apresentam a realidade actual do edificado em estudo, comprovando alguns dos aspectos anteriormente mencionados.

FIGURA 3.16 _ Vista aérea do local de implantação do caso de estudo [i20]

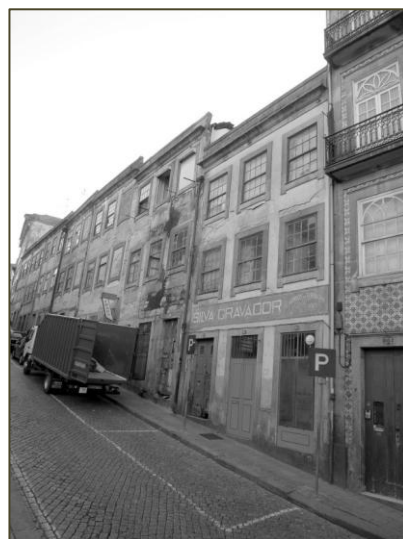


Identificação do número dos edifícios

FIGURAS 3.17 & 3.18 _ Vista a partir da Rua do Cativo das fachadas do caso de estudo [i21]



Edifício n. 42 & n. 40



Edifício n. 38 ao n. 34

FIGURAS 3.19 & 3.20 _ Alguns aspectos relevantes do edificado em análise [i22]



Fachada do edifício n. 40



Parte traseira do conjunto de edifícios

FIGURAS 3.21 & 3.22 _ Pormenores interiores do edificado em análise [i23]



Compartimentação interior



Lanço de escadas interior

Procedendo a estes aspectos, para melhor descrever os elementos construtivos identificados durante o respectivo levantamento “*in loco*” e posterior análise comparativa, recorreu-se a uma sistematização de dados resultante da consulta de bibliográficas específicas – guias e manuais de construção, devidamente assinalados na bibliografia da presente dissertação. Este tópico funcionará, portanto, como síntese para a definição mais apurada dos padrões construtivos encontrados no caso em estudo, cujas considerações se aplicam à generalidade das casas de construção tradicional, tendo como principal objectivo servir de modelo a outros trabalhos que se incluam nas temáticas aqui abordadas.

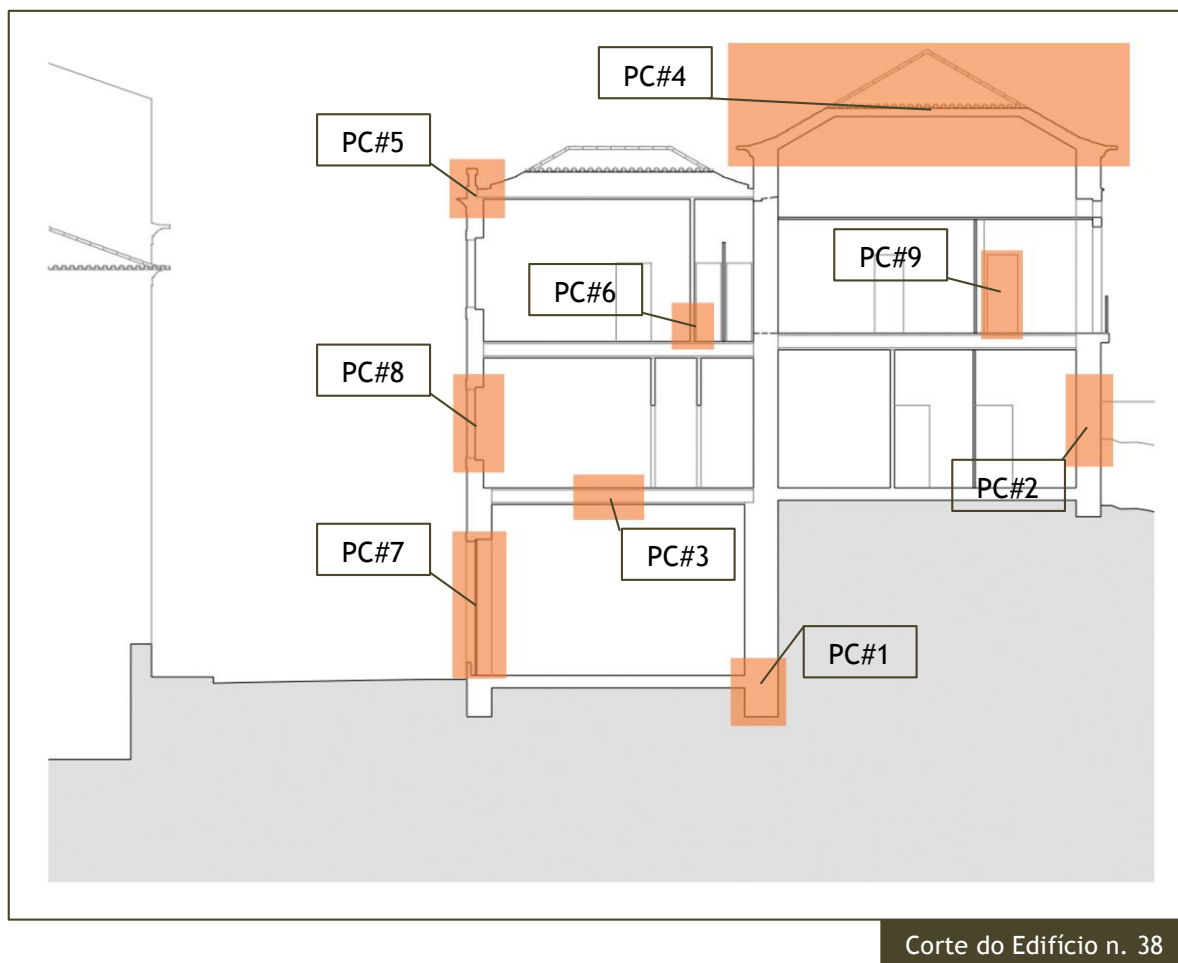
A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Deste modo, iniciamos a identificação da tipologia apresentada pelo projecto em estudo, a caracterização dos elementos construtivos inerentes a este, bem como a funcionalidade e possíveis comportamentos, de forma a poder reunir conhecimentos suficientes para uma intervenção final bem conseguida. Por motivos de simplificação e compreensão, a descrição a seguir exposta segue uma estrutura composta pelos elementos principais da construção deste tipo de edifícios tradicionais, organizados de acordo com a sua função e importância dentro do sistema construtivo que o projecto de estudo apresenta, apresentada na TABELA 3.2. Apoiados por pormenores construtivos (FIGURAS 23 à 32), a descrição aqui feita baseia-se no escrito “Reabilitação de edifícios tradicionais” de António Fraga Pimentel e João Guerra Martins (Martins & Pimentel, 2005), como no capítulo 3º da autoria de Joaquim Teixeira e Rui Fernandes Póvoas (Póvoas & Teixeira, 2012), visto que a definição dos elementos e respectiva execução sugere uma absorção de conhecimentos estipulados. Este facto deve-se também à impossibilidade de avaliar com exatidão as construções em estudo, visto estas apresentarem um estado de degradação que poderia pôr em causa a integridade física, tendo também em consideração a noção propriedade privada. Assim, foi apenas possível seguir as técnicas tradicionais e uma apresentação de elementos construtivos convencionais que podem não corresponder inteiramente ao projecto em análise, mas que, de uma forma clara e explícita, nos apresentam metodologia em todo semelhante ao projecto apresentado.

TABELA 3.2 _ Elementos construtivos [i24]

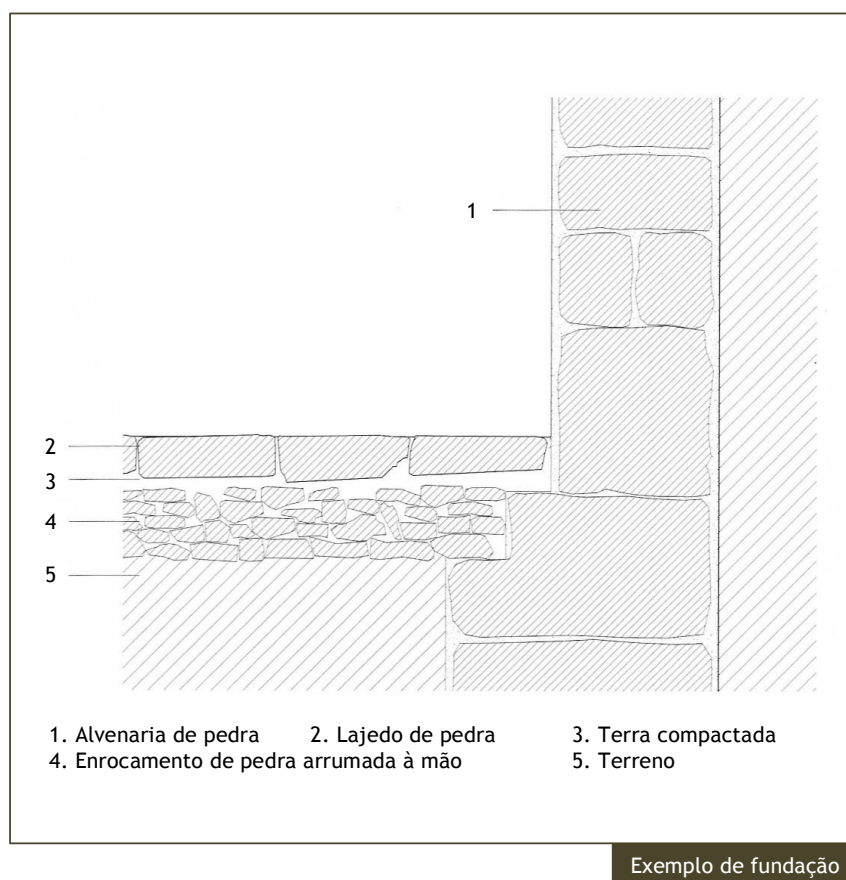
Levantamento dos Elementos Construtivos	
Fundações	
Paredes Exteriores	Fachada da Rua e Fachada de Tardoz Meação
Sobrados	Pavimentos Tectos
Cobertura	Telhados de Quatro Águas Elementos Singulares
Paredes Interiores	Compartimentação Caixa de Escadas Elementos Singulares
Escadas Interiores	
Caixilhos Exteriores	Portas Janelas de Peito e de Sacada de Batente Janelas de Peito de Guilhotina
Caixilhos Interiores	Portas Portadas Janelas de Batente e de Guilhotina
Instalações nos Edifícios	

FIGURA 3.23 _ Esquema de localização de alguns pormenores construtivos [i25]



FUNDAÇÕES

FIGURA 3.24 _ Pormenor Construtivo #1 [i26]



As fundações são convencionalmente executadas em alvenaria de pedra, constituídas por travadores ou perpianho, e colocadas de modo a permitir a extensão/profundidade necessária às sapatas até alcançarem terreno firme (Póvoas & Teixeira, 2012). Daqui pode-se concluir que a largura e profundidade estabelecida para as fundações deriva das propriedades do solo onde vão ser implantadas, sendo que, neste caso, poderão ser relativamente reduzidas por certas zonas da Cidade do Porto se encontrarem sobre afloramentos rochosos. Fazendo parte de uma zona histórica, este tipo de edificações contíguas têm no travamento dos pisos uma continuidade, formando, assim, uma estrutura única, a qual exige muito cuidado ao ser interrompida (Martins & Pimentel, 2005).

PAREDES EXTERIORES

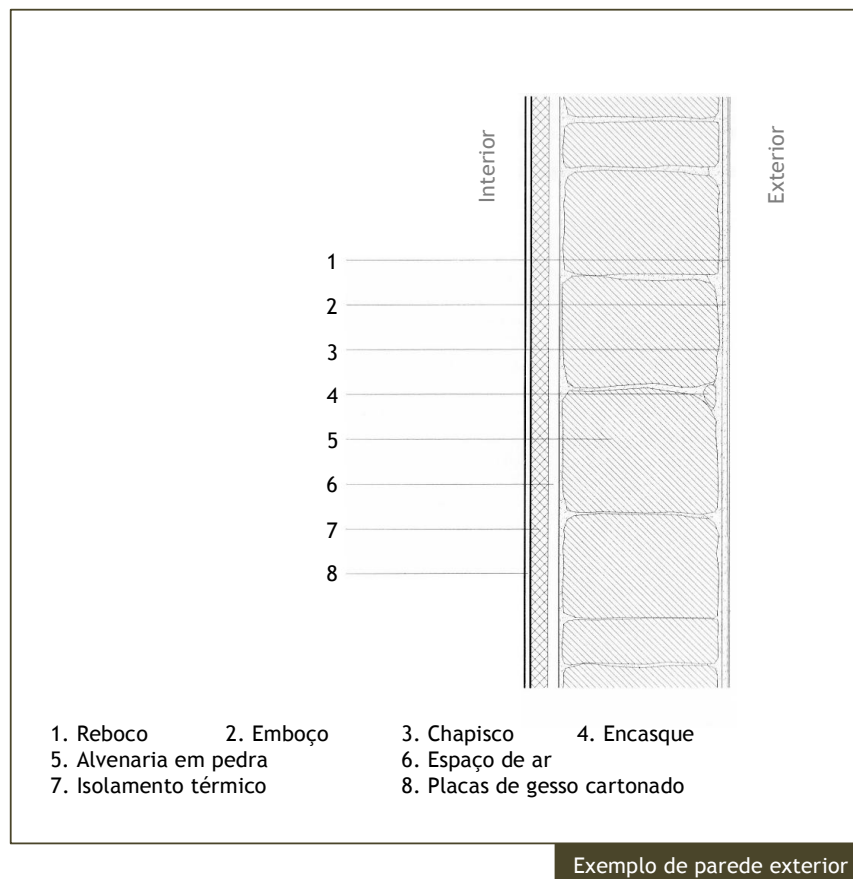
• PAREDES DAS FACHADAS DA RUA E DE TARDOZ EM ALVENARIA

As paredes das fachadas da rua e das fachadas de tardo de este tipo de casas tradicionais, não servem, em geral, de suporte ao vigeamento dos sobrados. Embora suportem uma parte da estrutura da cobertura e contribuam ainda para o travamento das paredes de meação e consequente solidarização do conjunto das paredes exteriores, em geral são menos solicitadas que as paredes de meação. Executadas em alvenaria de pedra de granito, são predominantemente constituídas por peças aparelhadas em cantaria, conformando os vãos de portas e janelas sob a forma de lancis de

soleiras, de parapeitos, de ombreiras e de lintéis. Autoportantes e com aberturas numa grande área da sua superfície, as paredes de pedra das fachadas apresentam espessuras consideráveis, constituindo também uma estrutura contínua, pois partem directamente do lintel construído logo acima do nível das fundações (Póvoas & Teixeira, 2012). O revestimento interior é feito com argamassa de cal, areia e saibro, colmatado com acabamento a estuque, posteriormente caiado ou pintado (Martins & Pimentel, 2005). É de salientar que este tipo de paredes era normalmente complementado com a platibanda, um elemento construtivo que ter-se-á vulgarizado nos finais do século XVIII, princípio do XIX, sob a influência do já mencionado estilo neopalladiano. Este elemento, também presente no caso de estudo, gera muitas vezes problemas de humidade, exigindo a necessidade de um algeroz para possibilitar a recolha das águas da tacaniça e a impermeabilização da junta onde a platibanda se apoia sobre a cornija (Póvoas & Teixeira, 2012).

• PAREDES DE MEAÇÃO EM ALVENARIA

FIGURA 3.25 _ Pormenor Construtivo #2 [i27]



No que respeita a paredes de meação, é usual verificar-se a utilização da alvenaria de pedra, sendo comum nesta região serem feitas em seixo rolado ou pedra partida, com ligação através de saibro (Martins & Pimentel, 2005). Vindo substituir as estruturas de tabique, a estrutura das paredes de meação da construção analisada é feita em pedra (motivado pela abundância nas redondezas e pelo receio de catástrofes, causa de enormes danos em algumas cidades europeias), totalmente construídas em alvenaria de granito, com perpianho ou travadouros, alcançando espessuras que

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

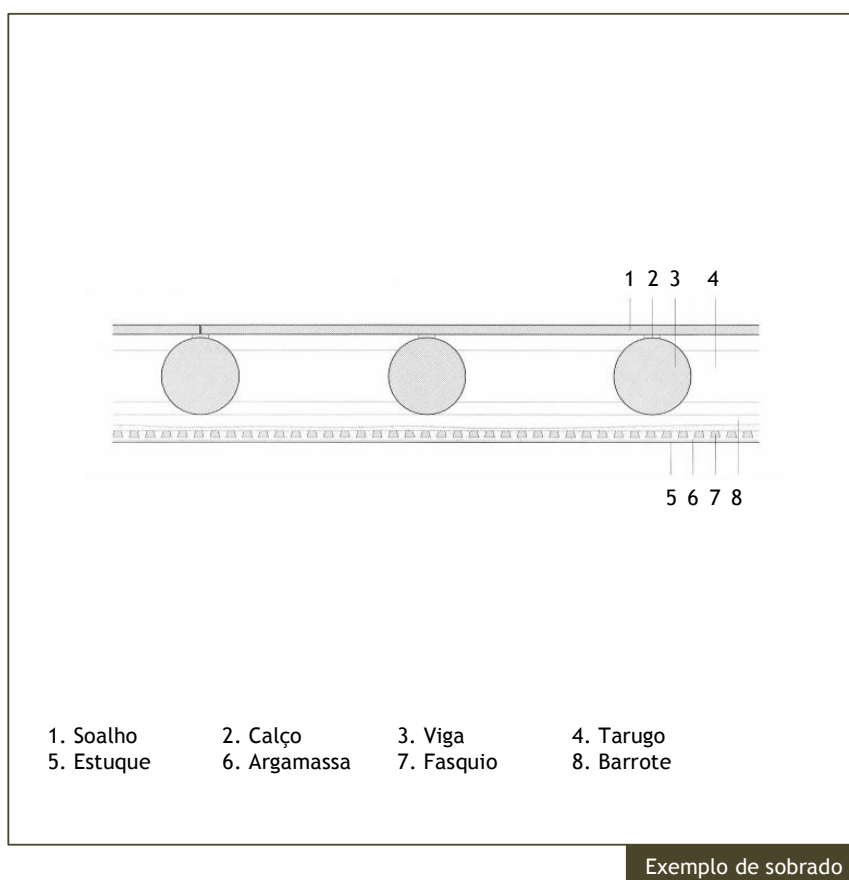
variam entre 30 cm e os 60 cm. Estas paredes varrem normalmente toda a empena desde a fundação até à cobertura. Pelo interior, as paredes de meiação são revestidas e acabadas pelo mesmo processo que as paredes das fachadas, garantindo desta forma a unidade dos espaços interiores. Pelo exterior, as áreas expostas das empenas podem-se encontrar revestidas a reboco, com soletos de ardósia, ou por telha caleira, elementos presentes no caso em análise (Póvoas & Teixeira, 2012).

SOBRADOS

A estrutura dos pisos ou sobrados é tipicamente constituída por um vigamento de troncos de madeira – paus rolados, com diâmetros entre os 20 e os 30 cm e comprimentos que dependem da largura das casas, nunca ultrapassando os 7 m, normalmente falqueados, para um revestimento facilitado. O vigamento encontra-se apoiado nas paredes de meiação, com uma entrega de cerca de dois terços da espessura destas paredes, nalguns casos, apoiando-se em toda a sua espessura. Os paus rolados são dispostos paralelamente entre si, com afastamentos que variam entre os 50 e os 70 cm. Esta “modulação” começa e termina com uma viga encostada às paredes das fachadas (Póvoas & Teixeira, 2012).

• PAVIMENTOS & TECTOS

FIGURA 3.26 _ Pormenor Construtivo #3 [i28]



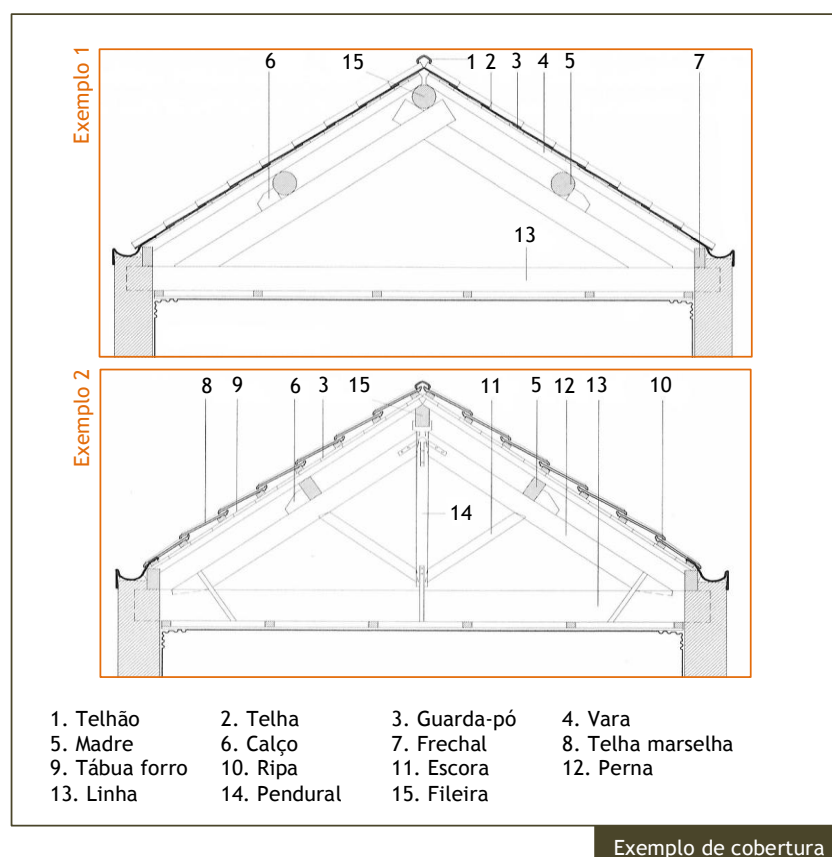
Os pavimentos são revestidos por um tabuado – soalho – normalmente em madeira de pinho, com espessuras que variam entre os 2,5 e os 5 cm, larguras entre os 12 e os 30 cm e comprimentos que podem alcançar os 10 m. Na sua forma de execução tradicional, as tábuas de soalho, eram unidas por encaixe e pregadas ao vigamento, posteriormente enceradas, para garantir a sua protecção e conservação. Os tectos das habitações, até aos finais do século XVIII, apresentam-se construídos tradicionalmente em madeira, utilizando um tabuado directamente pregado ao vigamento. Durante o século XIX são os tectos em estuque que conhecem maior divulgação nas casas de habitação corrente. O revestimento e acabamento de tectos em estuque era usualmente feito através de fasquios, pregados directamente sob os paus rolados ou, em muitos casos, a uma estrutura intermédia de barrotes (Póvoas & Teixeira, 2012).

COBERTURA

A cobertura de um telhado é constituída por uma estrutura principal, uma estrutura secundária ou subestrutura e respectivo revestimento, sendo que, da estrutura principal, fazem parte os elementos de suporte do conjunto da cobertura, como a asna e o travamento. A estrutura secundária, por sua vez, é constituída pelos elementos de suporte do revestimento como vara ou caibros, guarda-pó e ripas. A subestrutura serve para que as cargas do revestimento sejam transmitidas à asna nos pontos correctos (Póvoas & Teixeira, 2012).

• TELHADOS DE QUATRO ÁGUAS

FIGURA 3.27 _ Pormenor Construtivo #4 [i29]

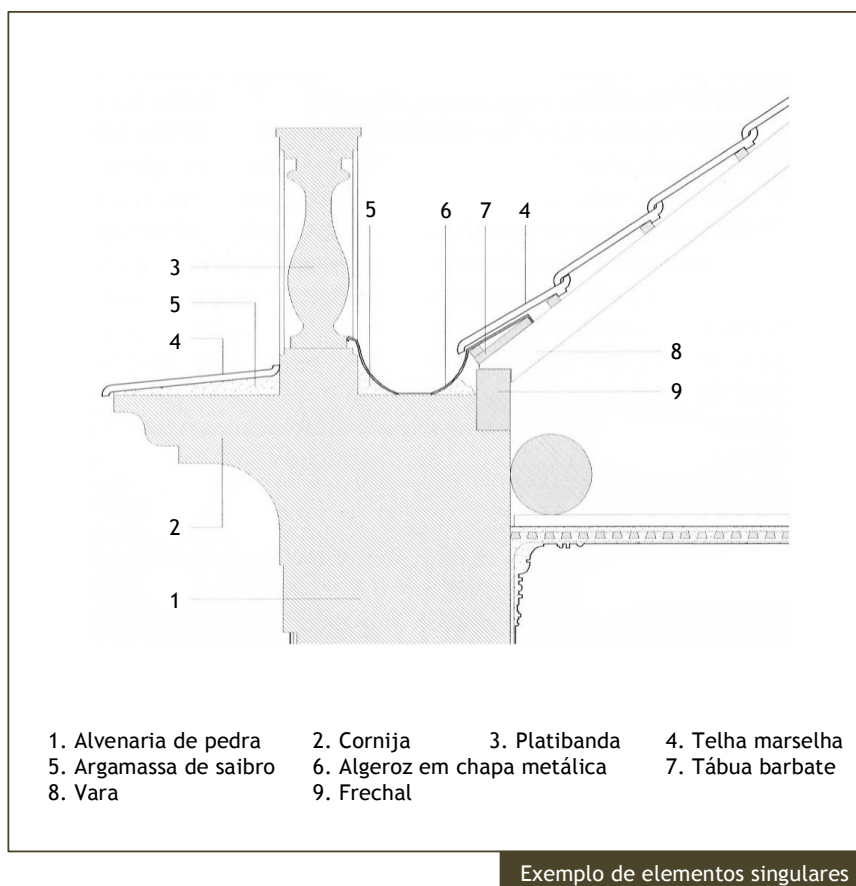


A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

De telha caleira portuguesa, a estrutura destes é constituída por uma armação simples de duas vigas ou pernas, dispostas em forma de tesoura, unidas superiormente por encaixe a meia madeira, apoiadas numa viga transversal, que por sua vez se apoia nas paredes de meação. As vigas que são parte integrante da armação, que suporta toda a estrutura, são semelhantes aos paus rolados dos sobrados. Para suporte das telhas era pregado sobre esta armação o varedo ou caibros, seguido de um tabuado de guarda-pó pregado transversalmente, no qual era pregado também um ripado que então suportava as telhas. Inicialmente revestidos por telha de canal ou romana, também conhecida por telha vã, o revestimento destes velhos telhados em telha caleira argamassada foi sendo progressivamente substituído por telha Marselha, a partir de meados do século XIX, tendo sido alterada a sua estrutura, de forma a aumentar-lhe as pendentes, substituindo as antigas armações por asnas mais elaboradas (Póvoas & Teixeira, 2012).

• ELEMENTOS SINGULARES

FIGURA 3.28 _ Pormenor Construtivo #5 [i30]



Algerozes

Tendo como função recolher as águas das vertentes, conduzindo-as para os tubos de queda, que efectuem a ligação à rede pública de águas pluviais, estes elementos, a partir da segunda metade do século XIX, são de chapa zincada, material mais barato, mas de duração muito limitada, comparativamente à tradicional chapa de zinco (Póvoas & Teixeira, 2012).

Beirados

Elemento geralmente formado por duas a três fiadas de telha vã sobrepostas ou, mais recentemente, por telhas de canal e coberta. A dimensão destas telhas permite projectar suficientemente o beirado, dirigindo a água das chuvas o mais possível para o meio da rua (Póvoas & Teixeira, 2012).

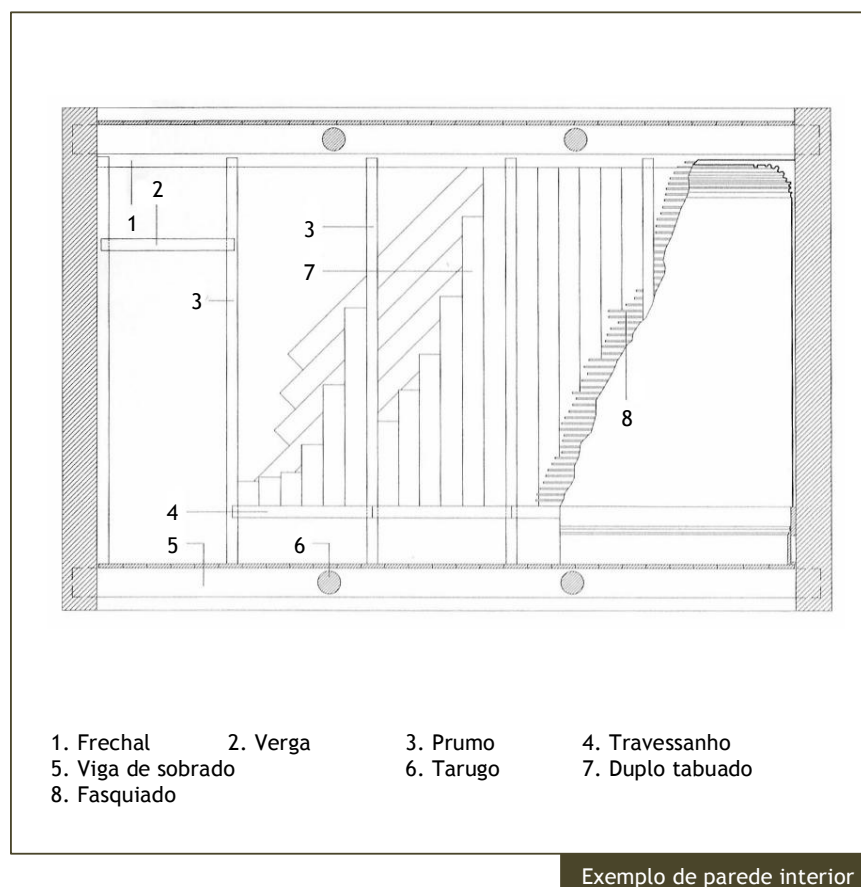
Caleiras

A recolha das águas pluviais dos telhados e a sua condução para a rede pública vai determinar a utilização de caleiras e respectivos tubos de queda. Executadas sobretudo em chapa de ferro zincada e pintada, são apoiadas por escáculas chumbadas no plano das cimalthas. Os respectivos tubos de queda, exteriores ou embebidos nas paredes das fachadas da rua, constituem-se, normalmente, por ferro fundido ou chapa de ferro zincada (Póvoas & Teixeira, 2012).

PAREDES INTERIORES

• PAREDES INTERIORES DE COMPARTIMENTAÇÃO

FIGURA 3.29 _ Pormenor Construtivo #6 [i31]



Consideram-se paredes interiores de compartimentação, todas as paredes divisórias de tabique da habitação, com excepção das paredes de tabique da caixa de escadas, usualmente executadas já com a habitação assoalhada ou sobradada. As paredes interiores de compartimentação mais comuns

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

são do tipo tabique simples, com pequenas variações na forma da sua construção. As paredes de construção do final do século XVIII e de todo o século XIX, usam uma estrutura de barrotes, dispostos à semelhança das paredes de tabique exterior, preenchida por um duplo tabuado. Em ambas as faces deste tabuado é pregado um fasquiado, até à altura do rodapé, para receber o revestimento de reboco e acabamento em estuque. Destaca-se o facto da localização destas paredes estar condicionada pela estrutura dos sobrados, no que respeita à localização e orientação das vigas. Quanto ao revestimento, as paredes interiores de tabique são forradas a fasquios, com um espaçamento de cerca de 3 a 5 cm, para ancoragem das argamassas, posteriormente revestidas e acabadas da mesma forma que as restantes paredes da habitação (Póvoas & Teixeira, 2012).

• PAREDES DA CAIXA DE ESCADAS

As paredes das caixas de escadas podem ser em tabique simples reforçado (semelhantes às paredes das fachadas de tabique), ou em tabique simples, com duplo tabuado. Desde meados do século XIX que se adoptou o uso do tabique simples reforçado. As paredes de caixa de escadas passaram assim a ser constituídas por prumos, apoiados sobre os paus rolados, existentes apenas junto às paredes de meação e na largura dos patamares intermédios. O duplo tabuado, disposto na vertical e na diagonal, era pelo interior da caixa de escadas contínuo. O revestimento e acabamento destas paredes, por se tratar de mais um tipo de parede de tabique interior, são em tudo semelhantes às restantes paredes interiores de madeira das habitações (Póvoas & Teixeira, 2012).

• ELEMENTOS SINGULARES

Rodapés & Lambrins

Solucionando a transição entre diferentes elementos estruturais, os rodapés funcionam como remate e protecção do acabamento de reboco estucado, sendo constituídos por duas tábuas sobrepostas, com diversos motivos decorativos. Os rodapés colocados na caixa de escadas são normalmente de menor dimensão que nos restantes compartimentos e como tal, constituídos por uma única peça de madeira fixa às paredes. O uso de lambrins foi praticado no século XIX. Quando presentes, encontram-se nos compartimentos mais nobres da casa. Têm contudo a mesma função dos rodapés (Póvoas & Teixeira, 2012).

ESCADAS INTERIORES

O acesso entre os vários pisos das habitações é usualmente efectuado por escadas com dois ou três lanços, excepto em alguns casos em que o acesso do rés-do-chão para o primeiro piso se efectua por uma escada com um único lanço, situada longitudinalmente no corredor de acesso, como é o caso do Edifício Nº 38 do caso de estudo. Os lanços das escadas são constituídos por duas ou três pernas, em função da sua largura. As vigas perna apoiam-se nas cadeias do patamar de piso e do patamar intermédio respectivamente. A cadeia dos patamares de piso apoia-se no vigamento desse mesmo piso, enquanto que a cadeia dos patamares intermédios, ou patins, se apoia na estrutura da parede da caixa de escadas. As vigas perna apresentam-se sob a forma de paus rolados ou peças

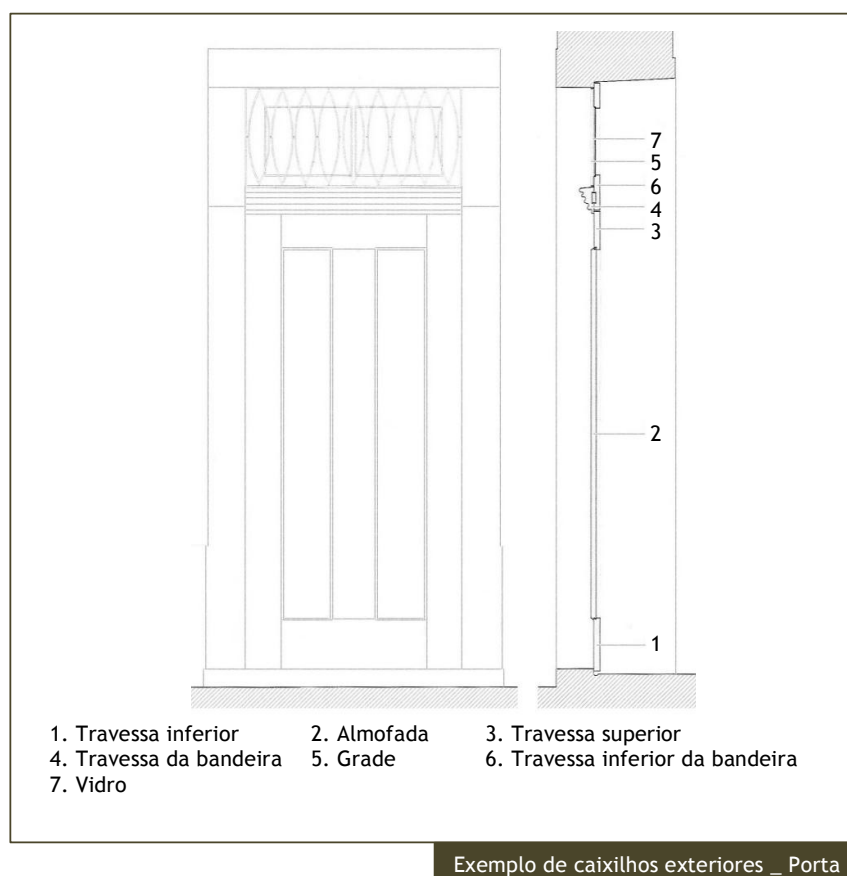
esquadriadas, enquanto que os patamares constituem-se pelas cadeias e pelos chinchareis, também sob a forma de paus rolados. Os lanços e os patamares são revestidos, na parte inferior, por fasquios, sobre os quais se colocam as argamassas de revestimento e acabamento a estuque (Póvoas & Teixeira, 2012).

CAIXILHOS EXTERIORES

É importante salientar a relação dos aspectos construtivos com a pré-fabricação e a sistematização dos lancis de pedra que configuram os vãos e constituem, simultaneamente, os aros de portas e janelas. De uma forma convencional, as ombreiras dos vãos são constituídas por lancis de granito, com a largura correspondente à espessura das paredes. Os lancis de ombreira, de formas mais simples, são também os de maior dimensão, sendo ainda os únicos que se repetem em todos os vãos da casa, conjugando-se com os restantes lancis. As vergas dos vãos de portas e janelas são sempre formadas por dois lancis, um exterior e outro interior. Os parapeitos das janelas de peito são formados apenas por um único lancil (Póvoas & Teixeira, 2012).

• PORTAS

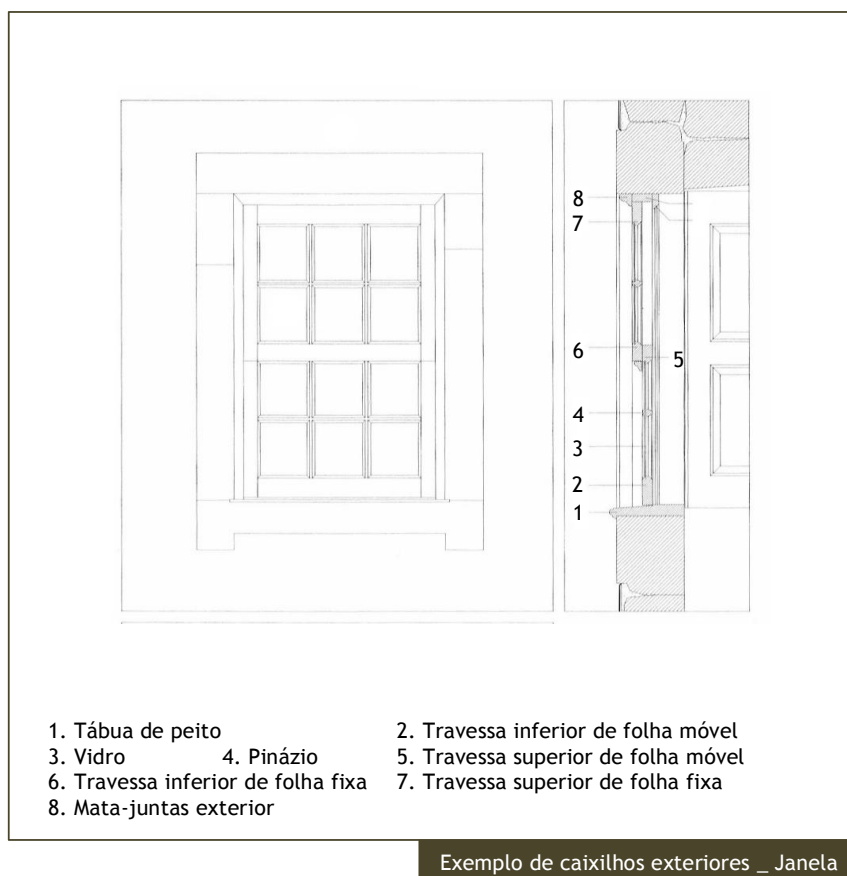
FIGURA 3.30 _ Pormenor Construtivo #7 [i32]



Durante o século XIX, tornam-se correntes as portas de entrada com duas folhas de abrir, habitualmente rematadas por uma bandeira, atingindo por vezes dimensões consideráveis, com caixilho envidraçado e protegidas por uma grade de ferro (forjado ou fundido), de forma a permitir a iluminação e ventilação dos espaços interiores (Póvoas & Teixeira, 2012).

• JANELAS DE PEITO E DE SACADA DE BATENTE

FIGURA 3.31 _ Pormenor Construtivo #8 [i33]



Estas janelas apresentam-se envidraçadas, de corrediça ou de duas folhas. Este género de janela, claramente presente no caso em estudo, situa-se normalmente nos pisos das habitações. Construtivamente, estes dois tipos de janelas divergem nas suas dimensões e na existência de almofadas nas janelas de sacada. Os caixilhos de abrir são encimados por uma bandeira com caixilho fixo. Para evitar a entrada de água, as travessas inferiores apresentam-se com pingadeiras ou borrachas. O parapeito do vão é constituído por uma única peça de madeira (Póvoas & Teixeira, 2012).

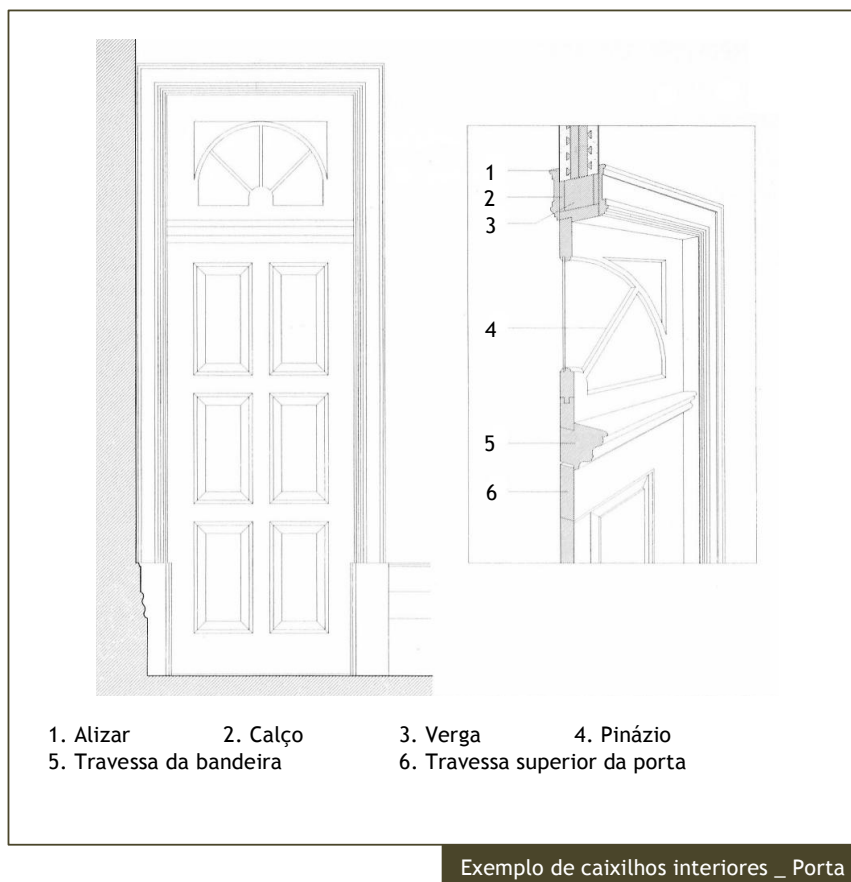
• JANELAS DE PEITO DE GUILHOTINA

As janelas de peito de guilhotina apresentam-se com folhas de três e quatro vidros de largo, por dois e três de alto. Os caixilhos de guilhotina usam um aro fixo de madeira, em forma de calha, de modo a permitir o movimento das folhas, o que não acontece nas de batente. O aro é constituído por uma esquadria formada por uma ou duas tábuas com a largura das duas folhas de caixilho (Póvoas & Teixeira, 2012).

CAIXILHOS INTERIORES

• PORTAS

FIGURA 3.32 _ Pormenor Construtivo #9 [i34]



As portas apresentam geralmente almofadas, pintadas a branco e a ouro. Nos compartimentos principais, as portas eram sempre rematadas por uma bandeira com caixilho de vidro, de modo a possibilitar a iluminação dos espaços interiores com a luz proveniente dos vãos das fachadas ou clarabóias (Póvoas & Teixeira, 2012).

• PORTADAS

As portadas apresentam-se normalmente divididas em três ou quatro folhas de abrir, de modo a permitir que, quando abertas, fiquem recolhidas na parte interior do aro de gola das ombreiras de cantaria. A sua execução e acabamento são em tudo semelhantes às dos caixilhos das portas interiores (Póvoas & Teixeira, 2012).

• JANELAS DE BATENTE E DE GILHOTINA

As janelas interiores localizam-se principalmente na caixa de escadas, destinando-se à iluminação dos compartimentos interiores contíguos. A sua execução e acabamento são em tudo semelhantes às janelas exteriores do mesmo tipo (Póvoas & Teixeira, 2012).

INSTALAÇÕES NOS EDIFÍCIOS ANTIGOS

Este género de casas de habitação corrente apresentavam infra-estruturas básicas, cuja introdução, inicialmente, dependia de imposições regulamentares (Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas e Códigos de Posturas Municipais) e das possibilidades económicas dos proprietários. Estas são constituídas basicamente pelas redes de drenagem de águas pluviais, redes de drenagem de esgotos, redes de abastecimento de água e redes de instalações eléctricas. A execução das instalações apresenta-se claramente de forma desadequada e rudimentar, tanto na escolha do sistema como do seu dimensionamento. A necessidade de reparação ou ampliação das diversas redes de infra-estruturas era frequentemente realizada com materiais distintos dos existentes, originando assim algumas anomalias no seu funcionamento (Póvoas & Teixeira, 2012). Aqui ficam apenas abordagens gerais às infra-estruturas necessárias para o bom funcionamento de uma construção.

Drenagem de Águas Pluviais

Inicialmente, a drenagem das águas das chuvas é feita com recolha através da platibanda e conduzida até ao tubo de queda embutido nas paredes de alvenaria, ou directamente drenada pelos beirados de modo a que caísse o mais possível no meio da rua. Isto acontece numa época em que ainda não estava prevista, por legislação, a utilização de caleiras para a recolha de águas pluviais (Póvoas & Teixeira, 2012).

Drenagem de Esgotos

A imposição da construção de instalações sanitárias leva à introdução de redes de drenagem de esgotos, constituídas por tubos de queda, sifões e tubos de ventilação, ligadas à rede pública de saneamento (a partir de 1904, quando se inicia a instalação de uma rede geral de saneamento para a cidade do Porto) ou a fossas, localizadas nos logradouros dos lotes. Tanto os tubos de queda como os sifões são usualmente de grés cerâmico vidrado ou de ferro fundido. Para a ventilação dos tubos de queda e dos sifões, são utilizados tubos que, pela sua função, podem ser executados em diversos materiais, desde o ferro fundido, até ao barro comum (Póvoas & Teixeira, 2012).

Abastecimento de Água

Em 1873 é iniciada a instalação de uma rede de distribuição de água ao domicílio na cidade do Porto, entrando em funcionamento apenas em 1887. Os pontos de água das habitações situam-se, quase exclusivamente, nas instalações sanitárias e cozinhas, factor que deve ser sempre ponderado no projecto de reabilitação. A rede de abastecimento é vulgarmente executada em tubos de ferro fundido, de ferro laminado ou de chumbo (Póvoas & Teixeira, 2012).

Instalações Recentes

A rede eléctrica apresenta-se, normalmente, sem condições de ser recuperada, dado que a tubagem, entre outros problemas, é de pequeno diâmetro, sendo que não existem elementos de

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

terra. As redes de gás, ventilação, incêndio, aquecimento e outras redes de igual importância, não existem, regra geral, pelo facto de serem exigências recentes (Póvoas & Teixeira, 2012), o que leva a uma consciencialização acrescida no processo projectual de reabilitação.

No que diz respeito ao edificado em análise, podemos afirmar de que todas as parcelas são habilitadas de redes de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais, e electricidade, uma vez habitadas novamente. No entanto, a qualidade destas redes é questionável, dada a insuficiente ventilação e iluminação, que “origina graves problemas de salubridade e de qualidade ambiental, mas também de baixa qualidade estética” (Cunha, 2007), facto comum na zona histórica em evidência.

3.6 Diagnóstico do Edificado

“Num processo de reabilitação de edifícios existentes é imprescindível avaliar o seu estado actual para que seja possível propor soluções que permitam atingir o desempenho desejado. A reabilitação deve ser adaptativa, pelo que não há estratégias pré-definidas, é necessário um diagnóstico específico e fundamentado, caso a caso, que permita propor uma metodologia técnica e economicamente adequada.” (Arêde et al, 2012)

Depois da possível identificação dos aspectos relevantes na constituição dos elementos que servem de modelo da construção tradicional portuguesa do final do século XIX, presentes no caso de estudo, deve ser previsto um estudo específico das anomalias a que os mesmos elementos estão sujeitos, assim como o estado de conservação, segurança, tipo de anomalias e níveis de conforto que oferece. Deste modo, pretende-se precisamente avaliar e diagnosticar comportamentos que se tornam fundamentais, no que diz respeito a um projecto de reabilitação deste âmbito. O diagnóstico e identificação será contudo realizado de uma forma mais directa e, por isso, mais superficial, visto que o tipo de construção em questão exigia uma vasta e apurada análise e experimentação, assim como de técnicos especializados para que se pudesse verdadeiramente intervir eficientemente no edificado. Como a intenção está explícita no tema da dissertação, a análise aqui apresentada servirá predominantemente de apoio ao projecto de reabilitação desenvolvido no quarto capítulo, sendo, assim, observadas possíveis causas para o estado de degradação dos elementos construtivos encontrados no caso de estudo.

Assim como foi feito no levantamento dos elementos construtivos, o conteúdo descritivo seguinte é apoiado pelos conceitos viavelmente descritos no capítulo 5º do “Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos” (Arêde et al, 2012), com vista a facilitar a compreensão de possíveis comportamentos. Sendo assim, a estrutura do diagnóstico divide-se nos seguintes pontos, explanados na TABELA 3.3.

TABELA 3.3 _ Possíveis comportamentos estruturais do edificado [i35]

Diagnóstico do Comportamento do Edificado	
Comportamento Estrutural do Edifício	Degradação Estrutural
Comportamento de Estruturas em Madeira	Danos Observados e suas Causas
Comportamento de Estruturas em Pedra	Deteriorações

COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO

• DEGRADAÇÃO ESTRUTURAL

Possíveis danos observados

Os danos estruturais mais correntes em paredes resistentes encontram-se tipificados e agrupados em deformação (desvios da forma estrutural original) e rotura. À noção de rotura, que se caracteriza pela excedência da capacidade resistente de algum elemento estrutural, associam-se cinco conceitos (Arêde et al, 2012):

- Fissuração – rotura por tracção que se manifesta na formação de uma abertura nos elementos que constituem a parede (pedra, adobe, tijolo, entre outros) sem que haja separação em dois elementos distintos.
- Fractura – rotura por tracção e que se manifesta na formação de uma abertura nos elementos que constituem a parede (pedra, adobe, tijolo, entre outros) provocando a sua separação em dois elementos distintos.
- Esmagamento – rotura por compressão e que se manifesta na destruição dos elemento que constituem a parede com perda de coesão e consistência.
- Abertura de Junta – deslocamento relativo das duas faces de uma junta na direcção ortogonal à sua superfície. No caso de junta argamassada, este dano está associado à rotura por tracção do material da junta ou da sua ligação às faces.
- Deslizamento de Junta – deslocamento relativo das duas faces de uma junta ao longo da sua superfície. No caso de junta argamassada, este dano está associado à rotura por corte do material da junta ou da sua ligação às faces.

Este tipo de anomalias não se verificam necessariamente dissociadas, ocorrendo frequentemente em simultâneo (Arêde et al, 2012).

Principais causas

Por vezes, elementos aparentemente não estruturais (por exemplo, as paredes divisórias de tabique) encontram-se a desempenhar funções estruturais, o que obriga a uma identificação e tipificação das causas dos danos bastante pormenorizada, tarefa particularmente complicada. Por ordem de importância e peso na degradação das estruturas, as causas mais comuns de desenvolvimento de dano em edifícios consideradas são (Arêde et al, 2012):

- Falta de manutenção – causa directa de muitos dos danos que se verificam em edifícios; uma manutenção periódica evita a deterioração dos materiais, acção potenciadora no tempo de danos mais graves para a estrutura.
- Presença de água – a água no interior dos edifícios resulta, essencialmente, da entrada da água da chuva pela cobertura ou por aberturas nas fachadas, em particular portas e janelas, por ascensão

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

capilar do e por mau funcionamento das redes de abastecimento ou drenagem de águas residuais ou pluviais.

- Perda e/ou degradação de material – embora em larga medida seja consequência directa dos dois factores atrás referidos, esta causa resulta em primeira análise do envelhecimento dos materiais (degradação e perda de revestimento, apodrecimento da madeira, desagregação dos constituintes da pedra, entre outros exemplos).
- Movimentos das fundações – resultantes de alterações nas características dos terrenos, ou das acções que lhe são transmitidas (através da presença de água nos solos, de escavações inerentes à construção de caves ou fundações de novos edifícios), que se traduzem em movimentos ao nível da fundação das estruturas, deformando-se na procura de uma nova posição de equilíbrio.
- Alterações da estrutura ou do seu uso – resultantes do aumento de cargas ao edifício (atribuição de novas fundações, substituição ou eliminação de elementos estruturais).
- Intervenções antigas – ocorridas sem que os critérios de respeito pela estrutura e pelos materiais e de verificação de compatibilidade entre o novo e o velho sejam respeitados, com implicações graves para a estrutura, podendo resultar no incremento das acções e/ou na aceleração da degradação material e estrutural.
- Acção biológica – resulta principalmente do desenvolvimento de vegetação, em particular entre juntas de paredes ou no topo de paredes resistentes, originado pela falta de manutenção das estruturas e exerce-se de forma física através do desenvolvimento das raízes que, por acção mecânica, provocam a rotura dos elementos estruturais.
- Deficiente qualidade dos materiais ou da estrutura – algumas estruturas antigas apresentam falhas de concepção cujo efeito se repercute de forma lenta no tempo, originando anomalias geradoras de danos estruturais (exemplo da construção de paredes de paramento duplo sem travadouros ou apresentando má ligação nos cunhais).
- Acções climatéricas – acções ligadas ao clima, que se exercem de forma contínua no tempo (vento, chuva, neve, frio, calor, entre outros).
- Acções catastróficas – acções naturais e humanas que, embora de baixa probabilidade de ocorrência, produzem efeitos normalmente devastadores (ciclones, sismos, inundações, incêndios, explosões, entre outros).

COMPORTAMENTO DE ESTRUTURAS EM MADEIRA

• DANOS OBSERVADOS E SUAS CAUSAS

Os principais danos correntemente observados em estruturas de madeira são os seguintes (Arêde et al, 2012):

- Danos de origem biológica – os principais agentes são os fungos xilófagos, assim como uma variedade de insectos, dos quais se destacam os insectos de ciclo larvar, os insectos sociais (térmitas e formigas) e os xilófagos marinhos (moluscos e crustáceos).

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

- Agentes atmosféricos – os principais agentes são a exposição à radiação solar (decomposição da camada superficial da madeira causada pelos raios ultravioleta), a acção da água (que afecta a resistência mecânica da madeira), a temperatura e a alternância de ciclos de humificação e secagem (que obriga a madeira a uma variação volumétrica).
- Acção dos agentes químicos – apesar da madeira ser muito resistente à generalidade dos agentes químicos, destacam-se problemas como o efeito corrosivo sobre os aços e ambientes muito agressivos.
- Acção do fogo – a madeira é um produto combustível mas, sem chama, ardendo com uma velocidade bastante baixa, o que, junto com a sua elevada capacidade de isolamento térmico, lhe confere uma elevada resistência ao fogo em estruturas, sendo apenas de salientar as ligações metálicas, que representam um ponto de grande debilidade das estruturas de madeira face ao fogo.
- Deficiente concepção ou uso estrutural – as situações mais frequentes são a secção insuficiente (associada a um eventual aumento das cargas aplicadas), deformações elevadas (devidas à fluência e ao envelhecimento das peças), roturas nas ligações (associadas a um dimensionamento errado, a deficiente pormenorização ou a deformações elevadas), roturas de peças com defeitos muito superiores aos correntes, o deficiente contraventamento, a eliminação de apoios verticais (por obras de reabilitação mal controladas, como quando os tabiques estruturais antigos têm funções estruturais de apoio vertical e são erradamente eliminados) e a degradação das estruturas (em especial dos apoios de vigas e asnas por eliminação e/ou redução da ventilação natural inicial).

COMPORTAMENTO DE ESTRUTURAS EM PEDRA

• DETERIORAÇÕES

O património edificado pode encontrar-se em risco, em resultado de um conjunto de circunstâncias e acções que conduzem à degradação da pedra. Erros de projecto, má utilização de edifícios e estruturas, ausência de manutenção e conservação e, mais recentemente, a poluição do ar e das águas freáticas aceleraram drasticamente esse processo. Existem, neste contexto, vários tipos de deterioração que agravam o estado de degradação das construções, sendo que alguns deles já foram atrás mencionados no comportamento estrutural do edifício. Destacam-se, assim (Arêde et al, 2012):

- Desagregação granular – aumento da rugosidade das superfícies devido à presença de grãos minerais salientes por perda de material resultante do desgaste dos grãos.
- Alvéolos - pequenas cavidades, não ultrapassando normalmente os 10 mm, ocorrem em pedras afectadas por desagregação granular.
- Placas – acompanham a superfície exterior das pedras, sendo delimitadas por duas superfícies paralelas e constituem formações pouco espessas.
- Plaquetas – acompanham a superfície exterior das pedras, sendo delimitadas por duas superfícies paralelas, em geral não tão definidas como as placas.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

- Crostas negras – formadas por depósitos que cobrem as superfícies das mesmas e das argamassas das juntas e, em muitos casos, as superfícies exteriores de placas e plaquetas.
- Filmes negros – formações superficiais muito finas, de cor negra ou castanha muito escura, que recobrem e aderem fortemente à superfície das pedras.
- Eflorescências – desenvolvimento de cristalizações de sais solúveis sobre a superfície de meios porosos, designadamente pedras e argamassas.
- Dissoluções – só afecta as rochas carbonadas, consistindo numa perda de massa destas rochas devido à dissolução do carbonato de cálcio na água das chuvas.
- Fissuras e fendas – manifestação mais evidente da ruptura ocorrida nos materiais, referidas anteriormente.
- Colonização biológica – usualmente associada ao crescimento de plantas, em alguns casos a animais que se desenvolvem nas pedras.

Tendo em conta este tipo de anomalias passíveis de estarem presentes no caso de estudo, seria sempre necessária uma avaliação de todos os elementos construtivos sujeitos às mesmas, o que pode levar a diferentes abordagens projectuais consoante o comportamento de cada elemento. Esta adaptação imposta pelos elementos construtivos tende a criar diferentes soluções para as variadas situações que se possam encontrar.

Mais uma vez, a ineficácia do levantamento e diagnóstico completo do caso de estudo condicionou o projecto, visto que este passo é extremamente relevante para a concepção de um projecto de reabilitação bem estruturado e coerente com as necessidades construtivas pré-existentes. No entanto, o desenvolvimento do mesmo não deixa de ter em conta estes conceitos explanados no terceiro capítulo, representando de igual forma uma opção interventiva teoricamente viável. Deste modo, parte-se de um pressuposto de estabilidade estrutural no conjunto das cinco habitações, afim de prosseguir com os objectivos propostos.

Capítulo IV - PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

4.1 Introdução

4.1.1 Análise do Existente

O conjunto de edifícios analisados neste documento é parte integrante de uma zona urbana com valor patrimonial, representado através dessa mesma reciprocidade na necessidade de inclusão com os edifícios envolventes. É, portanto, apenas no conjunto urbano que estas construções históricas ganham importância na imagem da Cidade do Porto, contribuindo com características tipológicas e construtivas que revelam uma herança arquitectónica. Neste sentido, é necessário respeitar e, se possível, preservar o património existente que deverá proporcionar a continuidade da linguagem predominante, ao mesmo tempo que se procede a uma adequada requalificação do edificado a exigências construtivas e de salubridade actuais.

Assim, como se verifica na maioria dos edifícios inseridos no Centro Histórico do Porto, o conjunto em análise segue a tendência funcional predominante em edifícios de natureza semelhante, nos quais se confirma a componente residencial acima de tudo, sendo em alguns casos, assim como este, complementada por espaços comerciais nos seus pisos térreos, como já foi anteriormente discutido. Este facto, aliado à proximidade de diversos equipamentos culturais e turísticos, deve ser entendido como um potencial atractivo populacional, sendo por isso preferível conservar as respectivas funcionalidades.

Como foi analisado no contexto sócio-económico actual, os edifícios em estudo evidenciam na sua generalidade um mau estado de conservação (ver FIGURA 3.13), variando de uma forma mais pormenorizada de edifício para edifício, sendo por isso necessária diferentes abordagens interventivas para cada um, desde uma intervenção mais intrusiva, a uma intervenção quase superficial em alguns aspectos construtivos. Estruturalmente, os danos que se poderão evidenciar sem uma avaliação aprofundada do comportamento da estrutura não revelam grandes preocupações, já que, verticalmente, a presença da pedra se revela suficiente para um bom comportamento estrutural global, embora a estrutura horizontal, predominantemente em madeira, possa revelar a necessidade de um nível de intervenção superior para se obter uma estrutura completamente estável, não fugindo da utilização dos mesmos elementos construtivos presentes. Em alguns dos edifícios, principalmente no anexo traseiro do Edifício n. 36, as coberturas também apresentam alguns danos significativos, mais uma vez aliados ao estado de degradação da respectiva estrutura em madeira, que, de uma forma menos alarmante, também se pode verificar na madeira usada nas escadas interiores. Nas paredes exteriores, destaca-se apenas a má conservação dos revestimentos, visto que, assim como na estrutura global, estas paredes usufruem de uma boa estabilidade proveniente do uso de pedra. Já as paredes interiores, por serem elementos

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

independentes da estrutura do edifício, não revelam perigos relevantes, situação que poder-se-á pôr em causa em alguns pavimentos ou sobrados que, por datarem de séculos passados, poderão eventualmente estarem em contacto directo com a estrutura do edificado, contribuindo, de forma positiva ou negativa, para o seu comportamento. Torna-se por isso importante ter o cuidado de respeitar a sua posição na globalidade da construção, tentando reforçar os mesmos elementos construtivos de uma forma segura através de intervenções mais ou menos profundas.

Nesta fase, é importante salientar o facto de o espaço traseiro aos edifícios é predominantemente marcado por ruínas, o que comporta um leque relativamente largo de soluções a adoptar. Neste mesmo espaço, convém evidenciar a envolvimento construtiva que delimita a área de intervenção, que se caracteriza principalmente por constituir, na sua generalidade, edificações de altitudes consideravelmente superiores às cotas que este vazio apresenta.

Noutro âmbito, os materiais usados seguem o protótipo da casa típica portuense referente ao século XVIII e XIX, amplamente abordados no levantamento e caracterização dos elementos construtivos. Estes edifícios podem ainda ter encontrado novos materiais com a importante alteração que o alinhamento da Rua do Cativo provocou, referido no contexto histórico, factor essencial que acabou por redefinir a organização interior dos mesmos, forçando a criação de vários espaços bastante irregulares de restrita funcionalidade. Quanto ao nível de conservação destes mesmos materiais, destaca-se a imposição de diversos níveis de intervenção, que possam dar resposta aos vários problemas aliados à degradação predominantemente dos elementos em madeira, uma vez que as situações dependem do local e da habitação em análise.

Do ponto de vista da organização e salubridade dos edifícios, verifica-se de imediato uma inadequada capacidade de resposta a requisitos ideais em qualquer tipo de construção. Dentro dos quais, evidencia-se a deficiente ventilação e iluminação procedente da fraca organização interior, já referido, com a criação de espaços fortemente restritos quanto à sua amplitude e comunicação com espaços abertos e iluminados. Daqui resultará sem dúvida uma reorganização interior significativamente distinta da original, de forma a criar condições de salubridade suficientes nas habitações. E como em qualquer reabilitação, a exposição solar também terá um peso importante neste novo desenho construtivo, de forma a tirar o máximo proveito da já fraca iluminação natural que o conjunto de edifícios apresenta – com uma implantação feita no sentido Norte-Sul, associando-se ainda a alturas significativamente inferiores às alturas das construções adjacentes.

Relativamente ao importante papel de uma boa eficiência energética no âmbito da arquitectura sustentável, existem vários aspectos que foram tidos em conta na abordagem interventiva, de forma a solucionar problemas como o deficiente comportamento térmico dos edifícios, protagonizado pela possível ausência de isolamento térmico e pela degradação dos materiais construtivos existentes, entre outros factores que se opõem às noções de sustentabilidade.

4.1.2 Programa Proposto

Como foi explicado, a proposta de reabilitação enquadra diferentes níveis interventivos consoante o edifício, como forma de melhor explorar as mais variadas opções projectuais, no que diz respeito ao tema em questão. Independentemente deste facto, a intenção de valorizar o património em questão foi sempre uma prioridade, indo de encontro à imagem urbana do local, dando continuidade à salvaguarda de elementos e métodos construtivos. Contudo, a linha que se pretende seguir tem obrigatoriamente de passar pela inclusão de novos elementos e, principalmente, por um novo desenho arquitectónico, para uma plena compatibilidade com o estilo de vida actual e os requisitos inerentes. É precisamente nos espaços mais devolutos que se terá maior liberdade para uma reabilitação funcional, capaz de conferir dinâmica integrante de todo o conjunto habitacional.

Prevendo a necessidade evidente na avaliação realizada no contexto social de promover o parque habitacional no Centro Urbano da Cidade do Porto, faz todo o sentido dar continuidade aos objectivos funcionais pré-existentes – construções habitacionais – contribuindo deste modo para a pretendida revitalização urbana. Propõe-se assim uma estratégia de reabilitação que vá de encontro ao modelo funcional existente, tanto através da simples requalificação dos pisos e respectivos compartimentos habitacionais (pisos superiores) e comerciais (piso térreo), como através de uma intervenção profunda na estrutura interior de alguns edifícios do projecto em estudo.

Tendo esta ideia de reabilitação profunda como base, que compreende a necessidade de uma intervenção no sistema construtivo e na distribuição e organização tipológica, pode-se concluir que, na sua globalidade, as habitações estarão sujeitas a diferentes sistemas e materiais, recorrendo-se assim a uma demolição e reconstrução de certos elementos que, fora raros casos, nunca englobará a estrutura das construções. Propõe-se por isso que estes edifícios sejam alvo de operações com o objectivo de obter novas tipologias, aliadas a uma inserção de infra-estruturas e equipamentos adequados aos dias de hoje e que respeitem a ideia de sustentabilidade – novas tecnologias e materiais –, assim como a preservação do património – convivência com as pré-existências e compatibilidade dos elementos originais com os elementos a integrar.

Através de uma análise geral aos edifícios em estudo, verifica-se que a organização tipológica, dependente sobretudo da iluminação directa (principalmente na retaguarda dos edifícios), acaba por definir as principais características que colocam em causa a qualidade e o cumprimento dos requisitos mínimos do espaço habitacional, factor apenas acrescido pelas deficiências construtivas que naturalmente se evidenciam, dado o estado avançado de degradação de alguns elementos. Neste sentido, as alterações aplicadas servem indubitavelmente para satisfazer os tais requisitos que a sociedade europeia exige actualmente. Desta reorganização espacial, que acaba por ser a alteração mais significativa em relação à construção original, notoriamente carente de condições habitacionais, destacam-se os vários aspectos funcionais que, de uma forma mais ou menos semelhante à original, pretendem solucionar o estado decadente e pouco atractivo das edificações.

Desta forma, prossegue-se a uma descrição detalhada de cada edifício do caso de estudo, suportada pela FIGURA 4.1, para melhor perceber as alterações e soluções adoptadas na concepção de novos espaços habitacionais.

FIGURA 4.1 _ Implantação dos Edifícios em análise [i36]



EDIFÍCIO N° 34

Provavelmente o edifício no qual a intervenção foi menos intrusiva, a compartimentação deste mantém-se praticamente intacta, inclusive os respectivos acessos verticais, que obrigam de qualquer dos modos a uma restauração dos elementos construtivos aqui presentes. Preservando o espaço comercial no piso térreo e o conteúdo organizacional interior dos pisos superiores, este edifício distribuiu-se de uma forma que se supõe ser muito semelhante à pré-existente. Deste modo, o primeiro piso apresenta dois tipos de habitações – um apartamento T0 e um apartamento T2 –, sendo que o primeiro se encontra virado para a Rua do Cativo e o segundo se expõe ao espaço traseiro, já referido, sendo a partir das aberturas originais das fachadas tardoz que a distribuição funcional interior se desenvolve. À semelhança do primeiro piso, o segundo piso possui a mesma funcionalidade habitacional.

EDIFÍCIO Nº 36

Contrariamente ao anterior, este edifício apresenta uma nova distribuição dos acessos verticais, com o objectivo de simplificar e facilitar os espaços que serve em cada piso, que parte também da falta de condições dos acessos pré-existentes. De forma a manter-se a estrutura vertical, este edifício é definido por dois apartamentos T1, um em cada piso superior ao espaço comercial preservado no piso térreo. A construção que se anexava a este edifício é removida, de forma a permitir tanto a iluminação não só dos espaços deste edifício, como também dos edifícios adjacentes. Tendo este já uma exposição mais vantajada em relação ao Edifício Nº 34, prevê-se a aplicação de colectores solares (posteriormente abordados) nas empenas da respectiva cobertura, onde a sombra projectada dos edifícios envolventes à área de intervenção não tenha uma influência demasiado negativa. Não obstante, a esta reorganização espacial interior não descarta a necessidade de restauro dos elementos construtivos preservados, assim como em todos os edifícios aqui analisados.

EDIFÍCIO Nº 38

O piso térreo deste edifício apresenta um espaço comercial pouco alterado, relativamente ao pré-existente, embora tenha sido adaptada consoante a solução mais flexível e espaçosa. Tendo em conta que neste edifício as comunicações verticais são feitas através de acessos criados no edifício adjacente (Edifício Nº 40), a preservação da estrutura horizontal (sobrados) é garantida, ao contrário da estrutura vertical (paredes de meação), que, no caso da parede que delimita o contacto entre este edifício e o Edifício Nº 40, é proposto um novo alinhamento. Este facto deve-se principalmente à necessidade de impor o esquema das fachadas de frente para a Rua do Cativo, que na situação pré-existente obrigava a um cobrimento das aberturas exteriores voltadas para a mesma. De igual modo se pretende aproveitar estas mesmas aberturas necessárias para a iluminação, mas, acima de tudo, para a criação de condições de habitabilidade. Desta forma, este edifício possui dois apartamentos T2, um em cada piso, com uma organização em tudo idêntica. É também a partir deste edifício que se propõe uma comunicação com os já referidos espaços vazios (anteriormente ruínas), que, estando a uma cota semelhante, possibilitam a criação de um espaço ajardinado, que pode e deve contribuir para o comportamento sustentável do projecto de intervenção. Deste modo, assegura-se a capacidade de cultivo de alimentos vegetais, ou no mínimo uma atenuação do impacto ambiental humano, assim como se proporciona uma qualidade visual mais enriquecida e potencialmente atractiva. Comparativamente ao Edifício Nº 36, também é considerado um sistema de colectores solares, dispostos pelas empenas da cobertura voltada para a Rua do Cativo, visto que este edifício possui duas coberturas delimitadas pela espessa parede estrutural que divide os apartamentos a meio, facilitando assim uma separação evidente dos espaços públicos (sala e cozinha) para os espaços privados (quartos e respectiva casa de banho).

EDIFÍCIO Nº 40

O piso térreo deste edifício mantém-se fiel à organização pré-existente, sendo provavelmente necessária uma restauração (principalmente do acesso vertical para o primeiro piso). Por consequência das alterações estipuladas no Edifício Nº 38, a estrutura vertical também se altera neste edifício, mas a sua maior alteração está na sua funcionalidade. Fora o piso térreo, este edifício serve somente de acesso para os edifícios adjacentes (Edifício Nº 38 & Nº 42). Esta medida advém da incapacidade espacial que este edifício apresenta, já que a amplitude do piso térreo se mantém como limite para os pisos superiores, não permitindo, mais uma vez, uma grande flexibilidade. Por este motivo, e sendo a única comunicação dos edifícios adjacentes com a rua, a estrutura horizontal é também remodelada, de forma a atingir as alturas dos pisos superiores dos edifícios que serve. Destaca-se ainda outro aspecto relativo à funcionalidade deste, que se define pela inclusão da cozinha dos apartamentos do Edifício Nº 38 no espaço respeitante ao edifício em questão. A necessidade espacial, neste caso, obrigou deste modo ao aproveitamento do espaço acrescido do Edifício Nº 40 (visto que apenas possuiria os acessos verticais) para a complementação da falta do mesmo no Edifício Nº 38. Neste sentido, aproveita-se também a cobertura deste edifício para a implementação de colectores solares que, do mesmo modo que se interliga com os edifícios contíguos, pode também ajudar a desempenhar o papel sustentável dos mesmos.

EDIFÍCIO Nº 42

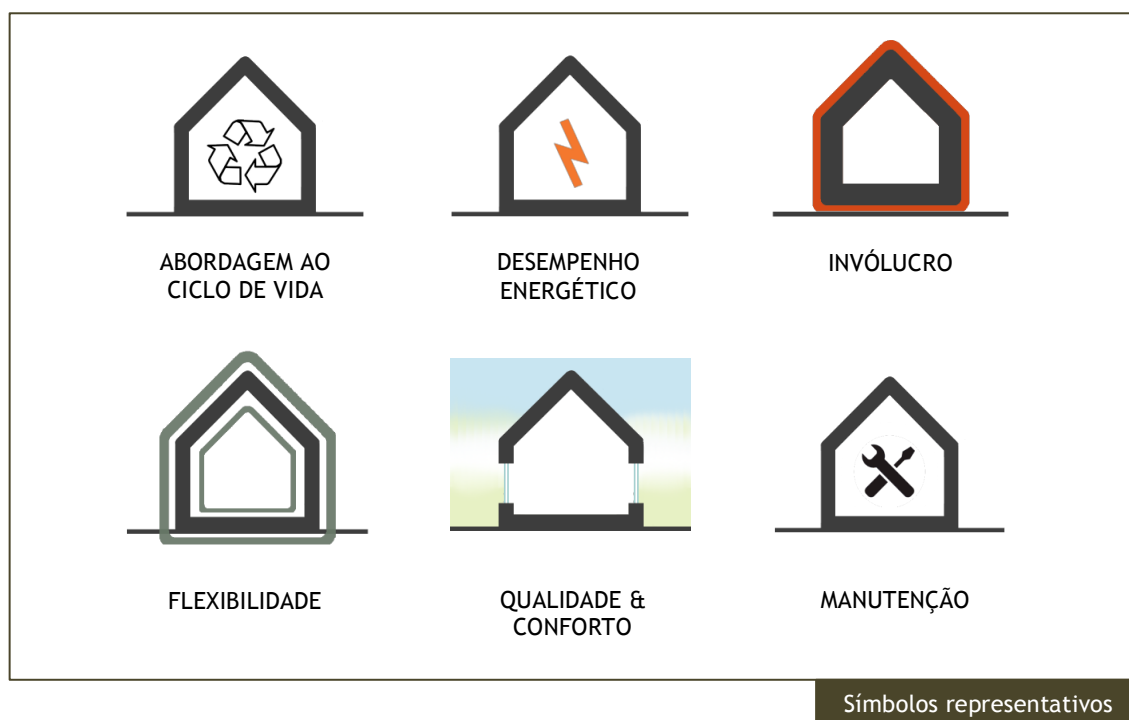
O piso térreo deste edifício foge significativamente à construção pré-existente, na medida em que o acesso entre este piso e o primeiro piso é completamente removido. Seguindo o exemplo do Edifício Nº 38, a comunicação entre o edifício e o exterior é feita a partir do Edifício Nº 40, proporcionando uma reorganização espacial menos restrita. Outra característica semelhante ao Edifício Nº 38 é a existência dois corpos estruturais, que comunicam através de uma só abertura, o que impõe desde logo uma barreira à liberdade projectual. Neste sentido, a solução adoptada baseia-se na concepção de um apartamento dúplex, que se desenvolve do primeiro para o segundo piso. Desta forma, é possível preservar os acessos verticais que comunicam entre estes dois pisos, assim como a sua estrutura horizontal. Com base neste conceito moderno, a distribuição dos espaços torna-se evidente, tendo em conta o alongamento considerável do invólucro (referido posteriormente) do edificado. Assim, é possível converter o espaço exterior das traseiras que se liga ao primeiro piso deste edifício num terraço/varanda que, embora esteja pouco exposta por culpa das construções envolvente, não deixa de aproveitar os contributos que o conforto visual dos possíveis vazios convertidos em espaços verdes pode proporcionar. Na cobertura é sugerida à semelhança dos outros edifícios mais próximos, a aplicação de colectores solares, tendo, como ideia inicial, uma comunicação energética e ambiental entre todo o conjunto habitacional reabilitado.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Na generalidade, uma das condicionantes mais relevantes nesta nova interpretação projectual do edificado em análise é precisamente a fraca comunicação entre os espaços interiores e o exterior, que, por um lado ajuda a um melhor comportamento dos edifícios relativamente ao seu isolamento (analisado posteriormente, mas por outro dificulta a compartimentação interior que o conceito de flexibilidade (analisado posteriormente) poderia dar ao espaço arquitectónico. Do mesmo modo, o limitado espaço interior de cada edifício também se define como um dos maiores entraves para uma boa solução projectual, que consiga respeitar o equilíbrio entre a reabilitação e a sustentabilidade.

Com isto em mente, os conteúdos seguidamente abordados procuram indicar os aspectos inerentes a um projecto com base na temática da sustentabilidade, não obrigando forçosamente a uma implementação projectual, que pode derivar das políticas sustentáveis analisadas nos mesmos, mas que, no projecto de reabilitação em mãos, resultará num fraco processo de preservação e conservação do edificado pré-existente. De uma forma simplificada, os esquemas da FIGURA 4.2 apresentam os aspectos analisados ao longo deste capítulo.

FIGURA 4.2 _ Aspectos relevantes no âmbito da sustentabilidade do edificado [i37]



4.2 Uma Abordagem ao Ciclo de Vida



4.2.1 Considerações Gerais

Muito provavelmente o contributo mais relevante que a visão sustentável tem no âmbito da arquitectura, destaca-se o conceito de ciclo de vida, já referenciado anteriormente. Relativo aos materiais, este aplica-se no sentido de considerar tempos médios de vida útil para cada elemento constituinte do edificado, pressupondo uma análise que se pode manifestar tanto no pormenor construtivo como no projecto urbanístico.

“O objectivo é a optimização do valor de um projecto de construção ao longo da sua vida útil, tendo em conta todos os custos do projecto, tanto directos como indirectos. Isto envolve a definição de um prazo de vida apropriado para o edifício. No entanto, com cuidados de manutenção, qualquer edifício poderá durar quase indefinidamente, sendo mais fácil atribuir um prazo de substituição para os sistemas e componentes individuais.” (CAE, 2001)

Com o objectivo de satisfazer futuras exigências ou necessidades, a organização funcional e tipológica dos edifícios deve prever sempre uma estratégia de visão a longo prazo, antecipando possíveis alterações e remodelações que poderão ocorrer ao longo do seu tempo de vida útil. De igual forma, o cálculo do ciclo de vida compreende uma melhor percepção económica, inerente à manutenção do edificado e respectivas componentes, ao longo do tempo. Neste sentido, para além de ter em vista uma poupança energética nas diversas fases do processo projectual, o propósito passa também pela redução do desperdício causado pela utilização e construção dos materiais, no seguimento de uma perspectiva ambientalmente consciente. A aplicação de uma análise do ciclo de vida deve ser, assim, considerado como factor determinante na definição de uma primeira série de instrumentos de projecto, estabelecendo uma base às escolhas projectuais.

Apesar de nos depararmos com diversos modelos de ciclo de vida (como por exemplo BREEAM, PRé Consultants e LEED), todos se constroem a partir dos mesmos princípios, sendo por isso semelhantes tanto na sua estrutura como no seu conteúdo, que procura permutar um modelo de ciclo de vida em respostas científicas aos problemas projectuais. Assumindo-se desde já uma postura que procura apenas aproximar a “experiência de projecto” a um caso real e consoante a perspectiva deste trabalho, torna-se inviável fazer uma abordagem alongada e exaustiva ao estudo de cada componente em causa, sendo por isso inexequível uma completa análise do ciclo de vida do edificado e respectivos materiais. Esta versatilidade, no entanto, dará lugar a uma aproximação a uma primeira abordagem construtiva, produzindo uma perspectiva mais abrangente e global do objecto em análise.

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

“A análise do ciclo de vida é frequentemente criticada, por ser complexa e temporalmente longa. Consideramos que não tem de ser assim. É um conceito que se adapta a várias escalas: é possível escolher quão detalhados e precisos queremos ser.” (PRé Consultants, 2013)

Um dos princípios fundamentais e de maior evidência num modelo de ciclo da vida é a análise da vitalidade de um material, período compreendido entre o processo de concepção e respectiva desintegração. Esta análise dos vários processos a que o material estará sujeito ao longo da sua vida pretende estabelecer todos os fluxos de desperdício (resíduos) e matérias-primas consumidas (energia, materiais) em todas as fases analisadas. Aqui, tem-se em consideração a possíveis factores ecológicos, sociais e económicos inerentes à arquitectura.

Implícito ao ciclo de vida, está também a noção de desconstrução, que se baseia simplesmente numa forma económica e ambientalmente eficaz de alternativa à demolição. Sendo de certa forma o oposto da construção, esta é conseguida com o desmantelamento dos vários elementos na ordem inversa à qual foram instalados, que possibilita uma maximização da quantidade de materiais passíveis de reutilização, abrindo inúmeras possibilidades de encerramento de velhos ciclos, através da contribuição na criação de novos, ou simplesmente no auxílio à continuidade de ciclos existentes. Para tal, a interligação de uma intervenção de reabilitação com o edificado existente é por demais crucial no desenvolvimento de um projecto sustentável.

Importa referir ainda que, apesar destas estratégias projectuais, cabe ao arquitecto a responsabilidade de seleccionar as soluções correctas para cada caso em específico. Isto porque se conhece muito pouco das consequências do que se projecta, facto reforçado pelo constante desenvolvimento de soluções e inovações. Conclui-se, portanto, que a análise do ciclo de vida acompanhará sempre a evolução das pesquisas e inovações tecnológicas, num processo de desenvolvimento que só se pode traduzir numa melhor interpretação e aplicação nos diferentes projectos.

4.2.2 Análise do Existente

Inerente à ideia de ciclo de vida está a ideia de reciclar, possível destino de várias componentes de uma construção após o respectivo desmantelamento. No que diz respeito, a sociedade valoriza o novo sobre algo usado, estabelecendo um valor às antiguidades de acordo com a sua raridade. No entanto, a reciclagem não se define pela conservação destas antiguidades. O grande poder implícito à reciclagem passa pela capacidade de transformar elementos com valor funcional e estético em novos produtos, aliviando substancialmente a necessidade de novos gastos e desperdícios.

Relativamente ao caso em estudo, tornar-se-ia necessário proceder a uma análise do existente, de forma a compreender a fase do ciclo de vida em que cada elemento se encontra. Deste modo, com base nos resultados alcançados, era possível compreender as diversas formas de integração que os elementos existentes poderiam exercer com elementos novos, que poderão:

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

- complementar os elementos já existentes, dando continuidade ao ciclo actual;
- iniciar novos ciclos, dependendo dos materiais introduzidos;
- substituir os elementos existentes, com a possibilidade de decidir qual o destino dos elementos em fase final do respectivo ciclo de vida (degradação).

Apesar das remodelações sofridas pelos edifícios em análise, explicadas no contexto histórico, as características materiais demonstram, para além da sua idade, que se encontram extremamente próximas do que se supõe ser o fim do ciclo de vida, tendo já no caso do espaço traseiro das cinco construções evidentes ultrapassado esse ponto, cujas ruínas cruamente expõem o seu estado decadente. Supondo uma duração média de 50 anos (CAE, 2001), grande parte dos materiais existentes não se encontram, assim, em condições aceitáveis que possibilitem o seu aproveitamento. E, apesar da reutilização ser mais rentável do que a reciclagem, o estado actual de alguns materiais existentes inviabiliza quase por completo todas as intenções de reutilização dos mesmos. Este facto impede a conservação de uma linguagem construtiva uniforme em todos os edifícios, principalmente porque cada um apresenta níveis de degradação divergentes.

Deste modo, propõe-se o processamento dos vários materiais em questão consoante as suas características, de forma a reaproveitar o máximo possível de desperdícios resultantes da respectiva demolição dos mesmos. Posto isto, em fase de desmantelamento, separam-se os materiais construtivos – elementos cerâmicos, argamassas, rochas naturais, madeira e derivados, aço e outros metais, gessos e vidros. Considerando as suas potencialidades de reutilização após reciclagem, podem-se destacar algumas aplicações (SUSTAINABLE SOURCES, 2013):

- Madeiras – podem ser processadas a fim de fabricar outros elementos de madeira a ser utilizados posteriormente, como o aglomerado (composto de partículas de madeira, com tratamento de resinas);
- Elementos cerâmicos/vidros – podem ser processados para uma posterior reutilização em materiais de acabamentos, como o marmorite (mistura de cimento e grânulos de mármore);
- Elementos metálicos – são completamente recicláveis, sendo que a reciclagem de uma tonelada de sucata de alumínio economiza cinco toneladas de bauxita (mineral natural e recurso não-renovável), material que seria necessário na produção de uma tonelada de alumínio; já no processo de reciclagem de aço, este mantém as suas propriedades de dureza, resistência e versatilidade.

De igual forma, a reciclagem de outros materiais resultantes da demolição representa vários benefícios, não só ambientais, mas também económicos, tendo certamente um impacto positivo na minimização do recurso a elementos naturais.

4.2.3 Programa Proposto

Num projecto de reabilitação, a avaliação do ciclo de vida ganha um interesse acrescido, dado que o existente passa a não ser simplesmente visto segundo o que se pode ou não aproveitar. Se num projecto novo, este conceito é compatibilizado em todo o processo construtivo, no ramo da reabilitação compatibiliza-se um ciclo já existente com a introdução de um novo ciclo, que traz consigo novos elementos e desafios às pré-existências. A intenção, aqui, foca-se na idealização de um conjunto de ciclos fechados, em que as diferentes fases do processo se conciliam entre si.

“A rentabilidade de uma intervenção é aumentada se for feita em consonância com o normal ciclo de vida do edifício e do seu equipamento.” (CAE, 2001)

O objectivo de criar da melhor forma possível um ciclo fechado passa, desta forma, pelas escolhas materiais relativas à reabilitação, isto é, embora o tempo de vida dos materiais não seja cíclico, o modo como se propõe o seu uso e a sua posterior desintegração pode e deve constituir-se dentro de um ciclo, intencionalmente reduzindo os desperdícios causados pela demolição das partes existentes. Desta forma, os materiais existentes devem integrar os novos ciclos, de uma forma manipulada ou reciclada, estimulando a sua conciliação com novos materiais e, consequentemente, com um novo ciclo de vida. Contudo, parte dos materiais existentes nunca poderá ser reintegrada ou transformada, tendo como solução a sua dispersão nos ecossistemas, para serem novamente absorvidos. Torna-se, assim, necessário proceder-se ao apropriado encaminhamento destes resíduos de acordo com a sua natureza.

Em todo este processo de reutilização ou transformação possível num projecto de reabilitação, deve-se perceber que haverá sempre a introdução de novos materiais que não resultam directamente da reciclagem do existente. Neste equilíbrio entre materiais novos e pré-existentes, as opções tomadas deverão apontar a uma qualidade espacial, ambiental e funcional, sem que limitem as opções projectuais, sendo que a responsabilidade está em respeitar os critérios sustentáveis na introdução dos novos elementos. Assim, a eficiência dos sistemas construtivos estará sempre dependente da articulação dos mesmos com o existente, com o proposto e com a flexibilidade futura. Neste âmbito, poderia ser considerada a criação de uma metodologia de desmantelamento do edifício no estudo projectual, de forma a facilitar a reutilização e reciclagem dos materiais no final do seu ciclo de vida.

4.3 Desempenho Energético



4.3.1 Considerações Gerais

“A primeira acção, rumo à optimização do desempenho energético dos edifícios, deve ser a redução das respectivas necessidades energéticas, sem afectar negativamente a qualidade de vida das pessoas.” (Tirone, 2007)

A importância da eficiência energética no âmbito da construção é, provavelmente, o ponto mais relevante no que diz respeito aos objectivos sustentáveis. A dependência energética que um edifício pode apresentar é um factor sem dúvida amplamente discutido na aplicação de soluções sustentáveis, que pretendem neste sentido minimizar essa dependência, contribuindo tanto para uma melhor qualidade de vida proporcionada pelo edificado, como para o equilíbrio ecológico com o meio ambiente.

O controlo do desempenho energético passará, então, pelas respectivas medidas adoptadas neste sentido, sendo que o tipo de tecnologias podem ser tanto activas como passivas. Não descurando a necessidade das medidas activas para a redução das respectivas necessidades energéticas, são as medidas passivas que trarão maior contributo nessa mesma redução da dependência energética ao longo da vida do edifício. Isto porque, usualmente, as medidas activas (como por exemplo os sistemas solares) carecem de afinação e manutenção, o que, durante o ciclo de vida da construção, se traduz em custos associados (Tirone, 2007).

Na reabilitação, o compromisso de equilibrar as intervenções construtivas com a optimização do desempenho energético torna-se um dos maiores desafios, sendo que é na concepção destes dois factores que a componente económica terá maior influência na decisão final. Isto na medida em que, para se conseguir o máximo desempenho energético, os níveis de intervenção serão obrigatoriamente elevados, constituindo custos provavelmente insustentáveis, enquanto que, adoptando uma posição mais conservadora, a negligência das necessidades energéticas poderá também obrigar a custos permanentes durante todo o ciclo de vida da construção, de forma a compensar a fraca qualidade de vida (térmica, iluminação, entre outros).

4.3.2 Análise e Aplicação no Caso de Estudo

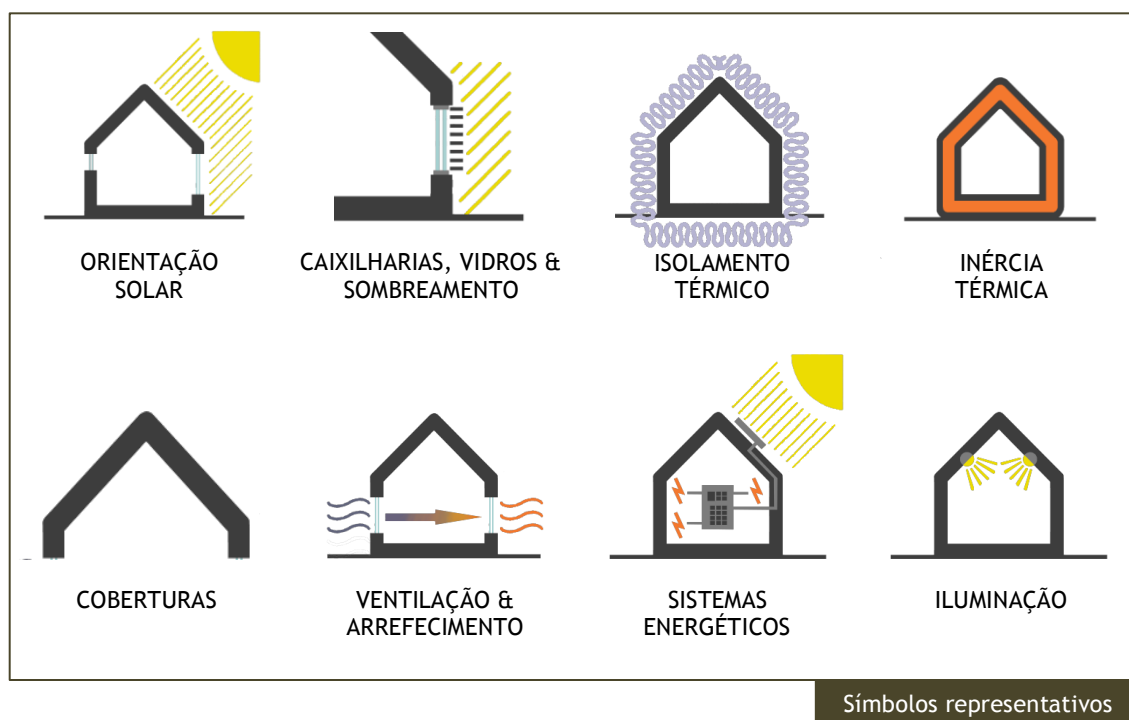
Sendo que as ideias seguidamente sugeridas estarão inevitavelmente coligadas com outras noções sustentáveis, posteriormente analisadas neste documento, é importante realçar a interligação dos conteúdos aqui apresentados. É precisamente esta comunicação entre os vários campos de actuação que a sustentabilidade ganha um forte sentido de unidade, tornando obsoleta qualquer intervenção

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

sustentável que procure responder a um simples elemento construtivo ou um simples problema projectual. Este facto revela a necessidade de um pensamento sustentável em todas as fases e todos os aspectos inerentes a um projecto de arquitectura. Deste modo, as medidas aqui apresentadas terão uma influência directa em análises posteriores (envólucro, flexibilidade, qualidade e conforto), que, de uma forma positiva ou negativa, reforçam a ideia de união dos temas abordados, obrigando assim a uma certa conjugação das soluções adoptadas.

Existem várias medidas que devem e podem ser adoptadas sem a necessidade de transformar por completo os elementos construtivos pré-existentes. Neste sentido, as soluções escolhidas são obviamente uma opção dentro de muitas possíveis, reforçando-se assim a ideia de um caso de estudo de exemplo e não um modelo aplicável noutras intervenções. Assim, foram analisados alguns aspectos relevantes para o bom desempenho energético do conjunto de edifícios em estudo, de entre os quais se propôs a aplicação de certas medidas que, podendo não ser as mais indicadas para atingir o melhor desempenho possível, tentam não comprometer o tal equilíbrio entre o nível de intervenção e o comportamento energético do edificado, como foi mencionado anteriormente. Para melhor entender as soluções aplicadas, a FIGURA 4.3 explana os aspectos que, no âmbito da conjugação dos dois temas principais desta dissertação – sustentabilidade e reabilitação –, se tornam essenciais para uma proposta de intervenção consolidada com o desempenho energético.

FIGURA 4.3 _ Aspectos relevantes no desempenho energético do edificado^[i38]



ORIENTAÇÃO SOLAR



A orientação solar é um factor essencial na idealização de um novo projecto, na medida em que será através de uma boa exposição solar que a qualidade interior dos edifícios (tanto a nível da térmica, como a nível da iluminação) pode ser garantida. Em Portugal, tendo em conta o clima existente, será sempre vantajoso uma orientação focada a Sul, permitindo uma prolongada exposição, optimizando os ganhos solares sem qualquer tipo de intervenção por parte dos habitantes e a necessidade de um recurso exagerado de energia alternativa. No entanto, tendo em conta o projecto em mãos, deve-se destacar que a reabilitação elimina (grande parte das vezes) este passo no processo de potencializar este recurso natural, com mais evidência ainda com um projecto que se encontre na malha urbana de uma cidade, como é o caso de estudo.

Apesar da exposição imposta *a priori* na concepção do projecto de reabilitação, esta não deixa de ter a sua importância na constituição do mesmo, sendo que a respectiva orientação do edificado vai obrigar a certas medidas projectuais. Estas medidas podem passar, tanto por uma compartimentação condicionada aos espaços mais ou menos iluminados, como pelo dimensionamento das aberturas para o exterior consoante a orientação existente. Independentemente destas condicionantes, assim como é para uma construção nova, uma exposição completamente a Norte será sempre o pior cenário, no que diz respeito a habitações. Isto porque naturalmente o tempo e intensidade do sol são muito mais reduzidos em comparação com outras orientações, não satisfazendo assim as necessidades pretendidas.

No projecto em estudo, a orientação existente expõe a fachada da Rua do Cativo para Norte e a fachada de tardo para Sul, o que significa que haverá espaços claramente mais expostos em relação aos compartimentos a Norte. Outro factor importante no estudo da orientação e respectivas condicionantes passa também pela influência dos edifícios envolventes ao caso de estudo. A sombra projectada, neste caso, terá um grande impacto relativamente à exposição solar do edificado a intervir, principalmente pela superioridade de altitudes que as construções adjacentes apresentam, como já foi referido.

Tendo em conta o objectivo de manter a estrutura pré-existente praticamente intacta, rejeita-se de certa forma a hipótese de favorecer a exposição solar através de um redimensionamento das entradas de luz (janelas e/ou portas), derivado da instabilidade que poderia ser posta em causa numa intervenção pontual nas paredes estruturais. Foi, neste sentido, que a organização espacial

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

adoptada seguiu estas necessidades, procurando-se antes de mais expor todos os compartimentos relevantes a uma iluminação e aquecimento natural, embora as possibilidades de compartimentação não sejam muitas, no caso em estudo. Sendo assim, a ideia de um possível rendimento energético motivado pela orientação solar é, no caso em análise, pouco aplicável, face às limitações espaciais mencionadas e, no caso do dimensionamento das aberturas exteriores, face ao estilo das fachadas que se deve preservar.

CAIXILHARIAS, VIDROS & SOMBREAMENTO



As funções desempenhadas pelas caixilharias são extremamente importantes no desempenho energético-ambiental de um edifício. Estes elementos de transição entre áreas opacas e áreas envidraçadas podem representar a diferença na eficiência térmica dos espaços interiores. Neste sentido, a estanquicidade das caixilharias marca sem dúvida um passo importante na concepção sustentável de elementos construtivos. Este atributo permite controlar, de forma eficaz, o intercâmbio de calor e frio entre o interior e o exterior, apesar desta evolução tecnológica obrigar a outras formas de renovação do ar interior (Tirone, 2007). No âmbito da sustentabilidade, as caixilharias podem e devem ser tão recicláveis quanto possível, sendo desta forma prevista aplicação de caixilharias em alumínio, no projecto de intervenção.

Independentemente do material usado, é extremamente importante que haja no mínimo uma abertura em cada espaço das habitações que permita a ventilação, tendo sido desta forma necessária a aplicação de janelas oscilo-batentes, exemplificada na FIGURA 4.4. Aliado a estas medidas, dever-se-á sempre prever a continuidade do isolamento térmico nestes elementos, anulando o efeito de ponte térmica – isolamento no interior da caixailharia (Tirone, 2007).

Em relação à aplicação de vidro nas janelas e portas, é sem dúvida essencial o recurso a vidros duplos, visto que apresentam características claramente mais sustentáveis, promovendo um melhor desempenho energético, assim como um isolamento acústico mais reforçado. A sua especificação dependerá essencialmente da exposição solar a que o vidro estará sujeito. Estes devem ser ainda completamente incolores para possibilitar plenamente a entrada de luz.

De forma a controlar melhor as trocas energéticas com o exterior, o sombreamento das janelas possibilita o doseamento da exposição solar a que as mesmas estão sujeitas. Isto permite evitar uma radiação térmica acima do desejado no interior dos edifícios. Este sistema deve ter em

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

consideração alguns aspectos que optimizam o seu papel na procura da eficiência energética. De entre os quais se destacam (Tirone, 2007):

- A existência de uma boa ventilação natural (com a janela aberta);
- A capacidade de permitir vários graus de protecção da radiação solar, consoante a inclinação dos raios solares;
- O fácil manuseamento (preferivelmente pelo interior);
- A capacidade de controlar completamente o nível de luminosidade que se pretende.

Neste sentido, optou-se pela implementação de um sistema de estores exteriores orientáveis composto por lamelas em alumínio, que deslizam em calhas laterais, comandadas de forma mecânica (manual) ou por um motor eléctrico.

FIGURA 4.4 _ Exemplo de Janela Oscilo-batente^[i39]



ISOLAMENTO TÉRMICO



Existem várias formas de isolar um edifício: aplicado no interior do invólucro (ver subcapítulo seguinte), no exterior ou colocado na caixa-de-ar entre paredes duplas. Apesar destas três hipóteses, um projecto terá sempre uma opção mais viável e sustentável, dependendo de vários aspectos. No entanto, avaliando o seu comportamento, o isolamento assente pelo exterior de um edifício é o sistema que apresenta uma maior eficácia térmica, tendo como principais vantagens (Tirone, 2007):

- Elimina todas as pontes térmicas, que causam o aparecimento de condensações e, consequentemente, de fungos em paredes interiores;
- A sua má execução é improvável, visto que todo o isolamento térmico aplicado pelo exterior permanece visível durante a sua aplicação;
- Protege os materiais pesados, que compõem a envolvente, dos contrastes e extremos de temperatura e das intempéries;
- Contribui para uma inércia térmica a favor do clima interior, estabilizando as temperaturas no edifício;
- Pode ser aplicado em projectos de reabilitação de edifícios que não possuam nenhum ou insuficiente isolamento térmico (embora esta aplicação comprometa outros aspectos construtivos, principalmente no caso da existência de paredes de pedra).

Tendo este último item em mente, o isolamento aplicado no caso de estudo não segue a mesma direcção de uma aplicação exterior, justificado precisamente pela existência de paredes em pedra, que, apresentando uma espessura elevada, obrigariam a um aumento acrescido da espessura das paredes exteriores. Esta medida iria claramente influenciar tanto a largura do passeio agregado à fachada de rua, como o dimensionamento das aberturas das paredes exteriores.

Desta forma, a escolha da aplicação de isolamento térmico pelo interior tornou-se a solução adoptada, onde se prevê a aplicação de Wallmate IB no interior das compartimentações (placas rígidas de espuma de poliestireno extrudido com estrutura de célula fechada), colando as placas às paredes existentes e rebocadas directamente por cima, com a ajuda de redes. Do mesmo modo, prevê-se a aplicação de Roofmate PT nas coberturas inclinadas de todos os edifícios. Apesar de já existirem materiais que apresentem características mais ecológicas, foi decidido a aplicação de placas XPS (como também é conhecido o poliestireno extrudido), de forma a manter o equilíbrio entre o processo sustentável e o processo de reabilitação, que, como foi mencionado, obriga por vezes a um compromisso de ambas as partes. Neste sentido, este tipo de isolamento vai de encontro

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

à construção convencional portuguesa nos dias de hoje, sendo que este apresenta algumas características que estão claramente relacionadas tanto com a sustentabilidade, como com a reabilitação do edificado (THE DOW CHEMICAL COMPANY, 1995):

- Excelentes prestações térmicas;
- Insensibilidade à água e humidade;
- Grande resistência mecânica, assim como à difusão do vapor de água;
- Fácil aplicação e manuseamento, garantindo a sua resistência;
- Boa durabilidade e resistência ao fogo.

INÉRCIA TÉRMICA



A inércia térmica é uma medida essencial para a optimização do desempenho energético-ambiental dos edifícios habitacionais na região do clima mediterrâneo. Isto deve-se ao facto de esta assegurar condições de conforto térmico interior das habitações, durante toda a duração dos edifícios (Tirone, 2007). É através de materiais pesados e maciços que a inércia térmica se constitui, conferindo aos espaços interiores uma maior estabilidade térmica. A inércia é basicamente traduzida nesta estabilidade das temperaturas que os materiais são capazes de proporcionar, justificando a maior eficácia deste comportamento na presença de uma estrutura pesada, espessa e maciças. O efeito da inércia térmica é principalmente notado nos seguintes casos:

- No Inverno, a temperatura interior é superior ao frio que se faz no exterior, proporcionando o conforto dos habitantes;
- No Verão, a temperatura interior é inferior ao calor que se faz no exterior, proporcionando do mesmo modo o conforto dos habitantes.

Na construção habitacional, as preocupações a ter em conta para conseguir uma boa inércia térmica passam precisamente pela utilização de materiais e estruturas pesadas, o que no caso em estudo já se verifica, através das paredes estruturais em pedra, permitindo uma relação directa (por armazenamento e radiação) com o ambiente interior (Tirone, 2007).

FIGURA 4.5 _ Exemplo de Parede de Pedra [140]



Exemplo de um material pesado

Como seria de esperar, o isolamento térmico terá também um papel importante no comportamento da inércia térmica de um edifício. Aparte deste elemento, a implementação de materiais leves, como no caso em questão da presença de madeira, não ajuda a uma melhor inércia. Isto porque este tipo de materiais funciona como isolante e “interrompe o intercâmbio térmico que se pretende manter entre os materiais com elevada inércia térmica e o ambiente interior” (Tirone, 2007). Este facto não significa que a aplicação destes materiais seja inadequada na construção, pois existem outras características (provavelmente mais relevantes para o comportamento sustentável da globalidade do edifício) que os materiais leves possuem (como por exemplo o conforto que a madeira confere aos seus habitantes, quando aplicada nos pavimentos interiores). É necessário, por isso, manter uma proporção entre a inércia térmica e outras preocupações sustentáveis. Assim, a preservação dos elementos construtivos pré-existentes do caso em análise (pedra e madeira) é garantida, contribuindo também para uma intervenção menos intrusiva, mas consciente do compromisso que certos materiais possam ter no comportamento da inércia térmica do edificado urbano.

COBERTURAS



A forma mais comum que se tem presenciado na aplicação da sustentabilidade, no que diz respeito às coberturas dos edifícios, tende para um sistema já muito conhecido – coberturas verdes. Sendo sem dúvida uma mais valia no cenário das cidades, este género de coberturas contribui fortemente para a optimização do desempenho energético do edificado, assim como para o bem-estar físico e emocional das comunidades residentes. A vegetação aplicada em coberturas é claramente um contributo ao meio ambiente, produzindo oxigénio através de carbono e filtrando poeiras e poluentes de aéreas. São por este motivo um benefício para a saúde dos habitantes. Isto, numa perspectiva mais abrangente, teria um impacto significativamente positivo na poluição que se intensifica cada vez mais nos centros urbanos por todo o Mundo.

Embora esta técnica sustentável não tenha sido aplicada no projecto em estudo, é importante destacar a ponderação da mesma no edificado, pois não deixa de ser uma medida já muito conhecida e explorada no âmbito da sustentabilidade. Do mesmo modo, a proposta adoptada para o espaço nas traseiras do conjunto de edifícios acaba por contribuir para a inexistência destas coberturas no projecto de intervenção. Um dos principais motivos pelo qual este sistema não foi contemplado no projecto de intervenção é o objectivo de preservar a imagem do centro urbano pela qual a Cidade do Porto é conhecida – uma selva de coberturas em telha cerâmica que proporcionam uma textura especial a toda a zona histórica. Tendo a intenção de recuperar e proteger este elemento de identidade cultural – a telha cerâmica –, pode-se aqui também referir algumas características sustentáveis que este método tradicional apresenta (Tirone, 2007):

- É um produto natural, derivado de recursos naturais abundantes na crosta terrestre;
- É fabricado com argilas, produtos minerais, que resulta em boas qualidades acústicas e térmicas;
- Apresenta um reduzido balanço energético, comparando com outros materiais usados comumente nas coberturas, embora a sua produção obrigue a grandes quantidades de energia;
- Apresenta uma durabilidade impressionante (o seu ciclo de vida é de cerca de 100 anos);
- Sendo um material modular, permite uma fácil reparação, substituição e transporte nas coberturas onde esta seja aplicada;
- Contribui para a eficiência energética da habitação, reduzindo consumos de energia - constitui uma cobertura ventilada, aliando ao sombreamento proporcionado, a renovação do ar existente entre a telha e a cobertura;
- Apresenta um comportamento notável face a condições climatéricas adversas;
- É um material que, por ser abundante, é extremamente acessível, no que diz respeito aos custos associados.

VENTILAÇÃO E ARREFECIMENTO



Como já foi mencionado, a ventilação dos edifícios habitacionais é de extrema importância para a otimização do conforto interior dos mesmos. As medidas aplicadas no projecto para a garantia de uma boa ventilação e arrefecimento baseiam-se no tipo de aberturas (janelas) aplicadas. Sendo estas capazes de renovar o ar dos espaços interiores, não será necessário recorrer a sistemas alternativos, que normalmente têm um impacto extremamente negativo nos consumos energéticos. No âmbito da sustentabilidade, uma ventilação natural e um arrefecimento passivo são as medidas mais indicadas para se conseguir um bom desempenho energético-ambiental. Será, por isso, da competência dos habitantes controlar as respectivas renovações de ar no interior das suas habitações, garantindo um clima interior saudável e confortável durante todo o ano.

SISTEMAS ENERGÉTICOS



Os sistemas energéticos, que se podem implementar num edifício com o objectivo de garantir o conforto dos moradores, têm um impacto determinante (positivo ou negativo) nas emissões de CO₂ para a atmosfera, na qualidade do ar interior e, consequentemente, na saúde dos habitantes. No que diz respeito ao nosso clima, as habitações não requerem sistemas de arrefecimento, embora os sistemas de aquecimento sejam já um costume e, consequentemente, uma imposição nas moradias de hoje em dia. Esta dependência é justificada pela necessidade de um controlo da temperatura, quando os níveis de conforto não estão presentes de forma natural (Inverno). Embora as medidas anteriormente estudadas neste subcapítulo ajudem a uma maior independência deste tipo de sistemas, não são capazes de satisfazer por completo as exigências térmicas que os habitantes pretendem nas suas habitações. Deste modo, é essencial prever a aplicação de um sistema capaz de satisfazer estas necessidades, mas que, ao mesmo tempo, tenha uma concepção e funcionalidade compatíveis com a temática da sustentabilidade.

“Em edifícios reabilitados, destinados ao uso habitacional, poderá haver condicionantes que, por não facilitarem a implementação de algumas medidas passivas, obrigam a um maior consumo de energia.” (Tirone, 2007)

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Este facto pode ser compensado por outras medidas mais activas sem que os edifícios fiquem a depender do consumo de energias convencionais. Independentemente da solução pretendida, a aplicação deste tipo de sistemas terá de ser sempre concebida e instalada por entidades com conhecimentos específicos, capazes de garantir a solução mais viável.

Dentro deste género de sistemas, podem-se integrar os sistemas solares térmicos. O novo paradigma energético vivido em Portugal actualmente, que transforma todos os utilizadores de energia em potenciais produtores de energia, é sem dúvida uma medida que irá transformar o aspecto dos telhados e coberturas dos edifícios habitacionais (Tirone, 2007). Assente no facto de Portugal ser o país da Europa com maior número de horas de sol e, consequentemente, com elevada intensidade, a integração dos sistemas solares nos edifícios potencializa fortemente a sustentabilidade energética dos mesmos.

Apesar de ser uma fonte energética com uma capacidade sustentável impressionante, o sistema solar carece sempre de uma fonte de energia alternativa, que seja capaz de complementar o primeiro, quando este sistema não está disponível (de noite, ou em dias encobertos). Usualmente, os sistemas secundários de energia são convencionais (gás natural, electricidade, entre outros), mas não deixa de ser importante definir estes sistemas auxiliares exactamente como sistemas somente de apoio ao sistema solar, de forma a garantir a máxima eficiência energética.

FIGURA 4.6 _ Exemplo de um colector termossifão (INTERSOL TS) [i41]



A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Num conjunto de apartamentos, como verificamos em alguns dos edifícios do caso em estudo, o sistema solar térmico deve ser centralizado e ter o apoio de uma caldeira central a gás natural, para alcançar uma eficiência ainda mais elevada (Tirone, 2007). A ideia já referida, seria conseguir um único sistema de distribuição de energia, que teria de ser previsto com o apoio de entidades competentes, a fim de possibilitar esta medida. No entanto, no âmbito da reabilitação de edifícios, pode não ser possível esta centralização, tendo sido por isso idealizada uma instalação individual às coberturas de cada edifício, para abastecer cada um dos apartamentos. Seguindo a tendência do mercado, por questões financeiras e de disponibilidade, o tipo de sistema solar escolhido para o projecto de intervenção foi o sistema solar de termossifão (INTERSOL TS), evidenciado na FIGURA 4.6.

ILUMINAÇÃO



Por muito que se tente evitar, o recurso a métodos artificiais na concepção de um projecto de arquitectura, continua a ser indispensável para a satisfação das exigências construtivas solicitadas. Neste sentido, a iluminação artificial é um facto presente em todas as construções. Apesar da sua aplicação geral em todos os edifícios, o tipo de elementos usados para a sua função são inúmeros. É neste ponto que entra a consciência sustentável, através da escolha destes elementos que integram os sistemas de iluminação de todos os espaços interiores e exteriores das nossas habitações. O recurso a lâmpadas de baixo consumo – fluorescentes – é uma das medidas mais fáceis e económicas que ajudam a reduzir o consumo energético. Estando ao alcance de qualquer habitante, o contínuo uso de lâmpadas de baixo consumo torna-se, assim, uma responsabilidade que não diz respeito simplesmente ao projectista, mas parte da própria consciencialização ambiental dos habitantes, que terão o dever de conservar a sua utilização.

4.4 Invólucro



4.4.1 Considerações Gerais

A definição de invólucro no âmbito da construção é, como o próprio nome indica, toda a massa construtiva de um edifício que protege e abriga o mesmo do contacto imediato com o exterior. Na visão da sustentabilidade, este conceito tem extrema importância, uma vez que se pretende conseguir uma continuidade de todos os elementos construtivos. O mesmo aproxima-se fortemente das medidas aplicadas para o desempenho energético anteriormente falado, visto que, de certa forma, é o invólucro que define a separação desejada entre o exterior (meio ambiente) e o interior (habitação). Seguindo o que foi desenvolvido no subcapítulo precedente, a noção de invólucro passa por implementações construtivas semelhantes às implementações aplicadas para a eficiência energética, sendo que procura de igual modo uma eficiência construtiva e ambiental. Neste sentido, este sugere a ideia de unidade, sem que se refira construtivamente às paredes exteriores, cobertura ou pavimentos de uma forma independente. Assim, tenciona-se dar resposta a uma estratégia geral eficiente, através desta visão integradora de todas as partes do edificado, com o intuito de proporcionar a sua continuidade e a solução equilibrada, coerente com os objectivos sustentáveis.

O invólucro tem de ser considerado desde o início do projecto, para que seja eficaz. Este servirá como protecção dos espaços interiores face às condições naturais exteriores ao edificado (vento, clima, temperatura, humidade, luz e ar). Da mesma forma, um bom invólucro garante conforto e segurança interior, assim como facilitará o comportamento sustentável do edificado, através da captação e armazenamento de calor (inércia térmica), controlo da luminosidade (exposição solar), circulação do ar (ventilação) e produção de electricidade (sistemas energéticos) (CAE, 2001). Sendo assim, o investimento inicial terá um enorme peso no desempenho positivo ou negativo do invólucro, o que, numa perspectiva sustentável, se poderá traduzir numa poupança económica e energética real e duradoura.

Segundo o documento “*A Green Vitruvius*”, o desenho do invólucro deve considerar certos aspectos, que, assim como no estudo de medidas de eficiência energética, procuram o máximo rendimento sustentável do edificado. De entre os quais, se volta a realçar a orientação do edificado, de acordo com o respectivo posicionamento geográfico, que, além da orientação solar, deve respeitar a sua situação global em relação ao planeta, reflectindo-se construtivamente de diversas formas, desde a escolha de materiais (origem) ao conhecimento de técnicas e sistemas de construção existentes (locais e globais), assim como a adaptação às condições climáticas da região. Sobre estas considerações, impõem-se ainda a influência da topografia, geologia e morfologia do terreno de implantação. Outro factor relevante a considerar, é a harmonia dos meios de arquitectura e

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

desenho com as solicitações ambientais, que deve ser prevista antes do recurso a instalações especiais (sistemas de arrefecimento/aquecimento). A capacidade de prever com exatidão as técnicas e materiais a usar nas soluções propostas, respeitando as exigências regulamentares, acabará por facilitar a conservação da qualidade do ar interior.

Dentro ainda do plano do invólucro, evidenciam-se dois tipos de elementos constituintes do mesmo: os elementos estáticos e os elementos dinâmicos. A distinção é feita consoante a função que estes exercem sobre a qualidade do ambiente interior, assim como sobre o conforto térmico e acústico. Dito isto, concluiu-se que os elementos estáticos estabilizam as temperaturas interiores, podendo englobar a estrutura do edificado (paredes, pavimentos e cobertura), enquanto que os elementos dinâmicos permitem o contacto com o exterior através da circulação do ar, entrada de luz natural e contacto visual (todo o tipo de aberturas no edificado). Trabalhando todos estes elementos como unidade, estabelecer-se-á um equilíbrio fundamental nas contribuições dos mesmos para o melhor comportamento do edificado. Resumindo, a eficiente estratégia geral dispensará o recurso a métodos de compensação térmicos/energéticos indesejáveis e muitas vezes insustentáveis, que usualmente comportam custos acrescidos, tanto a nível económico como a nível ambiental. Neste sentido, a constante evolução tecnológica pode, mais uma vez, proporcionar grandes vantagens à arquitectura sustentável, tanto na eficiência dos isolamentos térmicos, como em novos envidraçados que se compatibilizam com as necessidades de conforto térmico.

4.4.2 Análise e Aplicação no Caso de Estudo

Quando aplicadas a um caso de reabilitação de edifícios, as estratégias anteriormente mencionadas para o desenho do invólucro são postas em causa, que do mesmo modo se verificou no desempenho energético. Estas estratégias têm, neste caso, de se conjugar com o invólucro já existente, o que claramente restringirá uma série de convenções sustentáveis construtivas, ao contrário de um projecto novo, que as prevê envolvidas no processo projectual desde o seu início. Como foi dito, a orientação solar, o posicionamento geográfico e todos os aspectos relativos à implantação encontram-se já delineados, assim como a utilização de alguns materiais construtivos (materiais de revestimento, entre outros). Todavia, tendo em conta as transformações funcionais e tipológicas propostas, torna-se imperativo conciliar esta pré-existência com a nova proposta de raiz, actuando como elo de ligação entre as duas fases construtivas e procurando atribuir-lhe a unidade solicitada para toda a envolvente.

Num projecto de reabilitação, é por vezes necessário uma aproximação ao método tradicional, no que diz respeito à concepção projectual. Isto significa que eventualmente torna-se necessário considerar as “partes” individualmente (paredes exteriores, cobertura e pavimentos) para posteriormente adoptar a perspectiva global expressa pela idealização de um invólucro. Para tal, as medidas adoptadas para o comportamento energético, analisadas anteriormente, serão de extrema

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

importância, no que diz respeito à identificação de perdas e/ou ganhos de calor indesejados nos diversos elementos construtivos (paredes, janelas, portas, pavimento do rés-do-chão e cobertura).

Como foi já explicado, as soluções de isolamento adoptadas, aliadas à qualidade térmica das aberturas exteriores (janelas e portas) e respectivos caixilhos, procuram solucionar os ganhos ou perdas de calor. O comportamento eficiente passará, assim, pela eliminação das perdas por transmissão através dos envidraçados, das pontes térmicas nos caixilhos e das perdas de ventilação através das juntas, facto já explorado no subcapítulo do desempenho energético.

Desta forma, o sucesso de um invólucro traduz-se na capacidade das medidas adoptadas, inerentes ao conceito da inércia térmica, isolamento térmico e da qualidade de todos os elementos que contribuem para a eficiência térmica , energética do edificado, sendo apenas possível prever o comportamento dos vários elementos construtivos em questão.

4.5 Flexibilidade



4.5.1 Considerações Gerais

Como já foi referido, o conceito de flexibilidade pode ter um importante papel dentro da temática da sustentabilidade. Esta ideia traduz-se na aptidão arquitectónica que o edificado possui na contínua adaptação a novas situações e necessidades e consequente subsistência funcional e formal, no exercício de satisfazer condições para habitar ou trabalhar. Visto que a sustentabilidade não possibilita a criação de soluções preconcebidas, sendo estas dependentes do projecto e meio envolvente, o exercício de adaptação torna-se uma importante ferramenta no desenvolvimento sustentável.

Sem se poder prever com rigor a evolução dos modos de habitar, transformações que geram diferentes necessidades formais, o exercício de projectar deve, hoje, ponderar a flexibilidade na configuração dos espaços, domínio onde o arquitecto poderá condicionar ou promover novas possibilidades funcionais dos mesmos. Aplicada no plano habitacional, a flexibilidade tem sido um tema bastante explorado, sendo a sua presença revelada em inúmeras experiências de projecto, assim como em formulações teóricas. Contudo, poucos são os casos em que se verifica uma plena flexibilidade dos espaços, raramente explorada na sua máxima extensão.

Antes de qualquer experiência, denota-se de forma evidente uma consciencialização/interpretação do que é para cada indivíduo a definição de espaço habitacional (Mozas, 1999). Apesar desta interpretação pessoal, os processos culturais exteriores ao indivíduo também influenciam as noções do que cada um define de habitação. A criação de uma compartimentação típica, comum, na concepção de uma habitação acaba por estabelecer hierarquias entre os vários espaços que a constituem, ditando assim o tipo de actividades que decorrem em cada compartimento.

“O posicionamento da entrada relaciona-se com uma relação sequencial de cozinha, espaço de comer, espaço de estar, com as instalações sanitárias numa localização mais privada servindo os quartos, e sendo o tamanho dos espaços um reflexo directo da escala do mobiliário destinado a cada um deles.” (Allison, 1998)

Assim sendo, o desenho espacial é completamente restrito, dependente de necessidades actuais dos próprios habitantes, decorrentes do respectivo modo de vida e de questões culturais.

Embora se tente amplamente promover esta flexibilidade dos espaços, uma construção estará constantemente ligada a uma componente inflexível, através da presença de um sistema estrutural fixo e inalterável, ainda mais evidente num projecto de reabilitação. Deste modo, emerge outra

forma de configuração do espaço, através do recurso a um dimensionamento, que não depende de usos específicos, mas sim da manipulação dos espaços durante a sua ocupação e utilização (paredes móveis, como painéis de correr ou dobrar). Este tipo de solução seria, no entanto, muito limitada no caso em estudo, cujo espaço interior do invólucro estará pouco receptivo a esta abordagem, tanto pela abundância de paredes estruturais, como pela confinidade dos compartimentos.

O invólucro tem aqui também um papel importante, sobre o qual o desenho livre do interior das habitações dependem. Se este apresentar uma estrutura restrita, ou determinar antecipadamente as relações espaciais interiores, a aplicação de modelos flexíveis estará seriamente comprometida. O ideal seria evitar que o invólucro interferisse na organização do espaço interior, permitindo assim a instalação de componentes intermédios, flexíveis aos ajustes necessários, consoante a vontade dos seus habitantes, embora, por vezes, não seja possível uma separação forte o suficiente para que se possa recorrer a esta solução. No final de tudo, o objectivo principal será sempre o de auxiliar o habitante na idealização espacial o mais próximo possível do que este considera como o seu abrigo, do seu lar.

Avaliando o actual quotidiano habitacional, verifica-se a imutável necessidade de instalações fixas (cozinhas e instalações sanitárias), que sugerem em qualquer construção uma limitação real intrinsecamente relacionada com os hábitos culturais. Será apenas através da evolução e alteração destes mesmos hábitos que se poderá eventualmente solicitar novas formas de organização espacial, preferencialmente com mais liberdade e flexibilidade. Tendo em conta os centros urbanos das cidades europeias, averigua-se sem dúvida uma recente alteração no papel que desempenha na sociedade, onde “as funções residenciais e urbanas começam-se a fundir, e a relação entre exterior e interior” se reformula “de maneira que o centro urbano passa a ser a própria casa. Comer, dormir e tomar banho são actividades que se desenvolvem agora no centro” (Rogers, 1998).

4.5.2 Aplicação no Projecto de Reabilitação

Por força da necessidade, as inúmeras modificações dos edifícios em centros urbanos (predominantemente no ramo habitacional) tem contribuído para uma forte estrutura urbana, que, em constante mudança, se acaba por adaptar a novas formas de vivência, automaticamente criando novas formas de contacto e sociabilidade urbanas (MacCreanor, 1998). É precisamente a partir desta adaptabilidade que um edifício se pode tornar multifuncional, permutando as suas características funcionais, aproximando-se assim ao conceito da flexibilidade. Contudo, estes distanciam-se no sentido em que a adaptabilidade não se traduz numa quebra da tradicional planificação, mas sim numa forte identidade e presença no contexto urbano, de forma a encarar futuras necessidades e mudanças.

“Como arquitectos, cedemos à ideia de novos modos de habitar, mas quando o fazemos, pensamos nestes modos hipotéticos como se constituíssem uma quebra radical com todas as formas pré-existentes de habitat. É minha contenda que este particular *parti pris* (preconceito) tende a ser

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

extremamente abstracto, especulativo e acima de tudo, competitivo na sua posição profissional. Frequentemente procura um efeito gráfico, em vez de formular claramente o problema da habitação para um local particular e para as circunstâncias específicas.” (Frampton, 1996)

Neste sentido, a flexibilidade poderá não implicar obrigatoriamente uma quebra do pré-existente em prol das variadas possibilidades de organização do espaço. Na verdade, os edifícios que demonstraram maior adaptabilidade acabaram por ser aqueles que originalmente não foram projectados como flexíveis [26]. Este aspecto é evidente na configuração formal das construções, que usualmente apresenta um sobredimensionamento de pés-direitos, dos espaços de circulação e, em alguns casos, dos compartimentos (facto que varia obviamente de caso para caso, assim como no conjunto de edifícios em análise). Estas características estão bem presentes na tradicional casa do Porto do século XVIII e XIX, servindo, na teoria, este género de construção como um bom exemplo prático na consideração de um potencial edificado adaptável, embora o caso em estudo demonstre serias dificuldades no que diz respeito à aplicação da flexibilidade.

Neste sentido, verificam-se vários aspectos construtivos que reforçam esta premissa, sob os quais poder-se-á posteriormente formalizar uma concepção projectual mais adaptável e flexível. Destaca-se deste modo a constituição do sistema estrutural vertical semelhante em todos as habitações em análise, que, definido pelas paredes de meação e a estrutura da cobertura, permite criar a pele dentro da qual se determina a compartimentação interior, apoiando a proposta de implementação de um invólucro. Da mesma forma, a estrutura horizontal não interfere na caracterização espacial interior, definindo apenas o número de pisos e respectivas altitudes. A definição tipológica fica ainda marcada pelo posicionamento da caixa de escadas de cada edifício, relativamente à forma e implantação do mesmo. Quanto à compartimentação interior, as paredes divisórias (constituídas geralmente como paredes de tabique) permitem a sua remoção ou substituição, facilitando a sua alteração, que, apesar do seu posicionamento fixo, não interferem com a estrutura global do edificado. Esta adaptabilidade a novas formas permite a evolução contínua, possibilitando uma recuperação de elementos potenciais no projecto de modernização. Não sendo aplicável na sua plenitude prática, será através destes princípios que o conceito de flexibilidade se revelará no caso de estudo, excluindo assim uma abordagem mais radical e divergente da ideia de preservação do valor histórico do edificado – o seu carácter estilístico, conteúdo social, estrutura e respectiva conformidade com os hábitos, costumes e actividades dos habitantes. A proposta de reabilitação assenta, portanto, na continuidade dos critérios construtivos pré-existentes, respeitando, num plano mais geral, a sua estrutura vertical e horizontal, à excepção dos elementos verticais nos Edifícios N° 42 & 40 e da parede de meação entre o Edifício N° 40 e N° 38, nos quais as mudanças procuram satisfazer condições habitacionais requeridas, como já foi anteriormente descrito. As infra-estruturas que apoiam os compartimentos principais de vivência (instalações sanitárias, arrumos, corredores de acesso e escadas de ligação interior) fazem também parte da nova organização espacial, que, consequentemente, irá favorecer a aplicação do conceito de flexibilidade (embora a uma escala bastante restrita, como foi dito) nos restantes espaços comuns e

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

privados, que necessitam de iluminação directa (quartos, salas e cozinhas), tendo por isso prioridade na comunicação com as paredes das fachadas e de tardoz.

Tendo mais uma vez em atenção as diferentes abordagens nos diferentes edifícios em estudo, o conceito flexível também se terá de conformar às limitações projectuais existentes, como foi mencionado, o que, no projecto de intervenção, torna um desafio dantesco, na medida em que o invólucro existente é sem dúvida muito restrito. Apesar das condicionantes, a ideia de adaptação não deixa de ser aplicável, na medida em que os compartimentos alterados permitem a implementação de novos elementos que podem e devem promover este conceito.

O objectivo passa pela noção de conseguir um edifício mutável, que se consiga adaptar de uma forma mais directa a novas tendências ou exigências. Por esta razão, a escolha do tipo de compartimentação proposta deve fundamentar-se neste propósito.

Reutilização de elementos construtivos

As opções construtivas de desenho que os elementos de compartimentação espacial possibilitam, definem a ideia de flexibilidade construtiva, cujo objectivo consiste na fácil mutação na utilização do edificado, o que permite o seu desmantelamento sem influência no comportamento construtivo dos elementos que se pretendem conservar. Deste modo, a interferência dos elementos a modificar sobre aqueles onde assentam ditará as possibilidades de transformação.

FIGURA 4.7 _ Exemplo de um sistema “pladur” [i42]

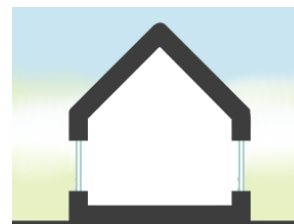


A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

Neste caso, a aplicação de um sistema de painéis em gesso cartonado (pladur exemplificado na FIGURA 4.7) na proposta de projecto torna-se o exemplo ideal, no que diz respeito às possibilidades de deslocação e posicionamento, não comprometendo qualquer outro elemento construtivo, visto que este tipo de paredes assenta sobre o pavimento contínuo. Embora certos compartimentos, como as instalações sanitárias, necessitem de um suporte infra-estrutural mais restrito, a inserção da tubagem nas paredes leves, ao invés da sua colocação no pavimento, facilita a abordagem flexível, já que esta solução evita a interferência com a pavimentação.

Deve-se ainda referir que, numa fase final de vida do edificado, a perspectiva flexível está presente. Isto porque a possibilidade de um desmantelamento, que permita a reutilização ou reciclagem dos seus elementos construtivos, confere também uma potencial adaptação aos elementos reaproveitados, desde que estes não se encontrem no final do seu ciclo de vida.

4.6 Qualidade & Conforto



4.6.1 Considerações Gerais

Os habitantes europeus passam actualmente cerca de 80% do seu tempo em espaços interiores, facto que incentiva um forte investimento na qualidade dos ambientes habitacionais e de trabalho, assim como o seu equilíbrio (ACE, 2010). Essa qualidade depende pois, acima de tudo, dos níveis de comportamento do conforto térmico, visual e acústico, da qualidade do ar interior e da baixa manutenção que se evidenciem no edificado. No âmbito sustentável, estes parâmetros deverão estar sempre associados ao impacto no meio ambiente local e global, dando o devido valor à saúde, conforto e ambiente, que pretendem estabelecer um sistema triangular equilibrado (CAE, 2001), embora ainda não muito enraizado na panóplia de ferramentas de avaliação, dependendo essencialmente da percepção pessoal do arquitecto em questão. Desta forma, evidencia-se a importante necessidade de aliar as actuais preocupações relativas à qualidade de vida com prevenções para uma melhor qualidade sustentável.

A noção de conforto varia também consoante o contexto cultural, sendo subjectivo de pessoa para pessoa. Reforça-se assim a ideia de um desenvolvimento em função de referências gerais intrinsecamente ligados à noção de conforto. A lógica projectual define-se de certa forma pelos parâmetros de qualidade e conforto, motivando as já referenciadas eficiência energética, boas condições térmicas, assim como a qualidade do ar interior, o consumo controlado e aproveitamento de água. Neste âmbito, a questão energética volta a revelar-se essencial para a criação de espaços confortáveis, através de uma cuidada selecção das medidas e materiais a aplicar. Quanto a este último, a escolha dos materiais deve basear-se ainda nos aspectos estéticos, funcionais e de durabilidade, que influenciam de igual forma a qualidade e conforto para os habitantes, coincidindo com os respectivos gostos e modos de vida.

Neste sentido, existem materiais que podem favorecer ou prejudicar a qualidade sustentável da construção, dependendo das suas características. Por exemplo, o uso de acabamento escuro no pavimento poderá aumentar a capacidade de absorção e armazenamento de calor, enquanto que um acabamento claro reflectirá a luz e, consequentemente, não captará o calor, criando assim espaços interiores mais frios e desconfortáveis. De igual forma, uma maior densidade do mesmo acabamento terá também maior eficiência no comportamento isolante e na absorção de calor. O acabamento tem também um importante papel na iluminação interior, na medida em que a aplicação de cores mais claras ajudam a uma maior reflexão das superfícies, enquanto que cores mais escuras terão um comportamento exactamente inverso. De qualquer das formas, a necessidade de iluminação dos compartimentos dependerá sempre da funcionalidade dos mesmos, sendo que um

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

escritório deverá ter uma iluminação mais controlada, enquanto que uma sala exige uma maior exposição a luz natural.

O facto de se procurar materiais com um bom desempenho ecológico vai de encontro aos mesmos aspectos referenciados nos exemplos anteriores, sendo que o comportamento térmico do edificado estará intrinsecamente ligado à capacidade de absorção e armazenamento de calor por parte dos elementos aplicados nas superfícies dos compartimentos, não descurando a importância dos elementos construtivos não visíveis (constituição interior das paredes e sobrados) para o mesmo efeito.

4.6.2 Aplicação dos Parâmetros de Conforto

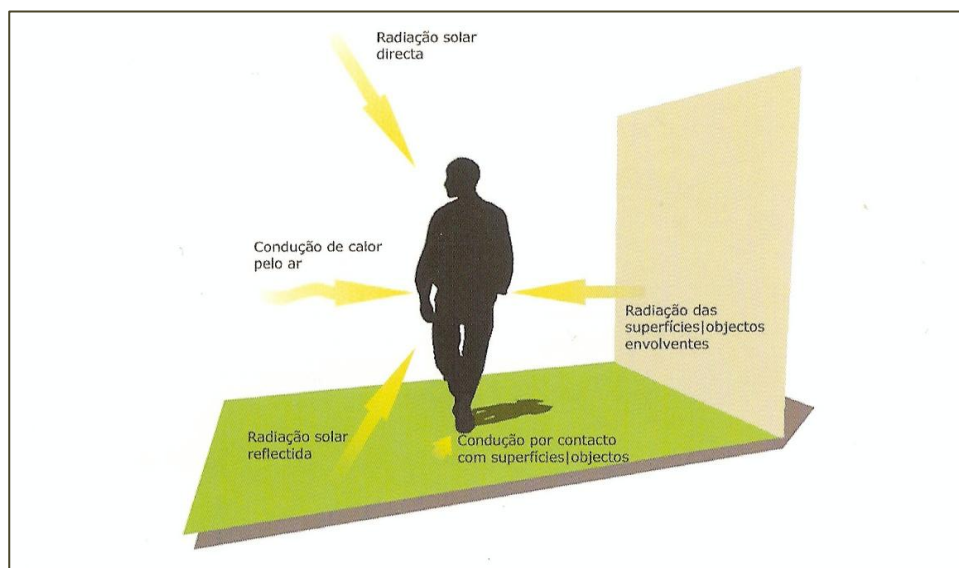
O bom conforto das habitações deve entender três grandes aspectos: o conforto visual, térmico e acústico. O primeiro depende principalmente da quantidade e distribuição de luz natural, visto ser esta a que melhor qualidade proporciona aos espaços interiores, pelas suas características direccionais, a aparência e a cor que conformam a nossa percepção visual. Contudo, a iluminação artificial tem também o seu papel indispensável, como já foi mencionado, em que a luz natural não é capaz de satisfazer tais requisitos (em locais resguardados do exterior, ou durante a ausência de iluminação solar) que motivem a descontração visual. A existência e posição das janelas e portas é, por isso, extremamente determinante na organização espacial, que no âmbito da sustentabilidade, procura minimizar o recurso à iluminação artificial, contribuindo para o melhor rendimento ecológico. De forma a evitar o desconforto ou fadiga, a distribuição da luz não deve evidenciar um contraste excessivo (brilho intenso), facto que tem de ser controlado através das propriedades das superfícies de cada compartimento (CAE, 2001), sendo importante escolher acabamentos ou materiais com uma capacidade de reflexão equilibrada, para que os habitantes não sejam encadeados. No entanto, esta selecção não deve comprometer o conforto térmico, sendo importante estabelecer o equilíbrio entre as duas necessidades.

Quanto ao conforto térmico, já bastante debatido nesta dissertação, em função das características do ambiente circundante existente em cada compartimento, destacam-se parâmetros que podem e devem ser previstos na concepção projectual: temperatura do ar, humidade relativa, temperatura superficial dos elementos do espaço em questão e velocidade do ar (Olgyay, 1973). A temperatura interior de um compartimento depende da temperatura média das superfícies dos elementos que limitam o espaço – temperatura radiante térmica (ver FIGURA 4.8). Quanto maior for a temperatura radiante, mais fácil será alcançar as condições de conforto, através de baixas temperaturas do ar.

Relembrando, o conforto térmico será conseguido através do reforço dos isolamentos, da substituição das caixilharias de vidros simples por caixilharias de vidros duplos, da melhoria dos sistemas de sombreamento e da atenuação das pontes térmicas existentes. Para além destas medidas, há que diminuir a humidade relativa interior, através de uma boa ventilação, prevenindo

assim certas anomalias que, como já foram referidas, podem afectar a constituição dos materiais e, consequentemente, a qualidade construtiva e habitacional.

FIGURA 4.8 _ Trocas de calor entre o espaço envolvente e o corpo^[i43]



Relativamente a uma forma artificial de aquecimento dos espaços interiores, a solução mais rentável no caso em estudo poderia passar pela aplicação de um sistema de radiação (pavimento radiante), que se caracteriza pelos aspectos:

- Conjunto de tubos de plástico inseridos no pavimento, onde circula água aquecida.
- Ocupa toda a área de superfície pavimentada, não sendo, assim, necessária, uma grande variação de temperatura da água, para melhorar o conforto dos habitantes.
- Proporciona um aquecimento ou arrefecimento de forma energeticamente eficiente, uma vez que actua directamente na temperatura do pavimento, e não no aquecimento do ar, para além de que não prejudica a qualidade do ar interior.
- Possui ainda outras vantagens – é imperceptível à vista, uma vez que é integrado no sistema construtivo, reduz significativamente a ventilação mecânica para garantir o conforto, assim como as condutas necessárias, quando comparados com o tradicional sistema AVAC.

Por último, o conforto acústico é um aspecto que, na temática da sustentabilidade, não revela uma importância significativa, na medida em que este parâmetro está já inserido nos requisitos arquitectónicos gerais e, muitas vezes, poderá estar relacionado com a integração de um bom comportamento térmico. No entanto, a prioridade de uma abordagem sustentável será sempre o conforto térmico, não só motivado pelo maior desconforto que um mau comportamento térmico poderá induzir, mas também no facto do comportamento acústico ter uma influência significativamente inferior no desempenho sustentável do edificado, tendo em conta a perspectiva

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

energética, económica e ecológica. Por estes motivos, o conforto acústico no projecto de intervenção em estudo estará intrinsecamente ligado ao conforto térmico, na medida em que o material selecionado para o isolamento térmico responde de igual forma às exigências acústicas pretendidas.

Instalações e Equipamentos

Outro aspecto a ter em conta na qualidade e conforto de uma habitação, passa pela qualidade do ar interior, que depende de uma boa ventilação para a manutenção da salubridade dos edifícios, facto já mencionado no desempenho energético. Caso tal não se verifique, como já foi dito, ter-se-á de recorrer a sistemas artificiais de ventilação. No caso em estudo, a ventilação é em grande parte assegurada pelas paredes exteriores que, neste caso, cobrem uma parte significativa de cada edifício, mais especificamente de cada piso dos mesmos. No caso dos compartimentos mais resguardados, como as instalações sanitárias, propõe-se a instalação de sistemas de ventilação mecânicos.

No que diz respeito ao consumo de água, uma habitação exige grandes quantidades de água para uma interacção recurso-habitante evidenciar qualidade e conforto. No entanto, seguindo os princípios sustentáveis, o uso descuidado deste recurso limitado tem efeitos significativos no meio ambiente. Neste ponto, cabe ao próprio habitante saber controlar os custos e consumos de água de uma forma que se consiga criar o equilíbrio entre a redução do seu consumo e a quantidade confortável de água necessária no dia-a-dia. O projecto pondera esta minimização dos consumos de água através da aplicação de tecnologias de poupança de água, como a instalação de dispositivos e redução de consumo de água em sanitas, duches e outros aparelhos sanitários. Sobre este, prevê-se a instalação de um sistema de recolha e armazenamento de águas pluviais na retaguarda do conjunto edificado em estudo, onde o espaço exterior se transforma numa verdadeira fonte sustentável. Com o aproveitamento das águas pluviais (em alguns aparelhos sanitários), pretende-se minimizar o recurso à água potável, proveniente da rede de distribuição municipal, evitando dependências excessivas, gastos económicos acrescidos e, num panorama mais alargado, uma influência negativa no meio ambiente.

Num âmbito mais focado a toda a concepção projectual, apenas durante a fase de construção é que se poderão adoptar estratégias de redução e selecção para reutilização ou reciclagem de desperdícios dos materiais usados no projecto. A questão dos resíduos/desperdícios referente à sustentabilidade baseia-se principalmente em práticas mais pessoais, na medida em que cabe a cada um promover acções que facilitem o reaproveitamento (quando possível) de lixos domésticos. No entanto, o arquitecto poderá prever instalações de armazenamento, recolha e tratamento no desenho projectual (caso haja condições), funcionando também como exemplo de consciencialização para a problemática em questão.

4.7 Manutenção



A necessidade de preservar o edificado é compreendida como uma importante função no prolongamento da salubridade das construções, assim como a sua capacidade funcional. O objectivo de uma boa manutenção passa pela conservação da continuidade dos ciclos de vida, assumindo níveis de durabilidade máximos dos materiais e na globalidade da construção. Se a aplicação de uma estratégia de manutenção comporta benefícios significativos no comportamento sustentável num edifício existente, a integração de uma mesma estratégia num novo projecto terá uma exponencial importância no que diz respeito às possibilidades de implementação de programas de baixo impacto ambiental.

À semelhança do que a análise do ciclo de vida proporciona na consciencialização da qualidade ambiental, existem outros tipos de ferramentas destinados a ambivalências específicas, como os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), sistemas de ventilação e distribuição para controlo do ar interior, equipamentos e produtos de limpeza, materiais, sistemas de águas e de desperdícios, para além de sistemas especialmente concebidos para serem aplicados dependendo do tipo de edifício em causa (escolas, escritórios, habitação, etc.). Os pressupostos e objectivos da arquitectura sustentável são postos em causa se não houver esta prática de funcionamento que pressupõe, claro, uma base científica e uma resposta correcta que cumpra as intenções pré-estabelecidas, e a avaliação do desempenho ambiental do edifício.

A manutenção deve também passar pela consciencialização dos habitantes, na medida em que estes devem ser instruídos, como por exemplo, através de manuais específicos. Nestes, supõe-se encontrar um devido aconselhamento sobre o uso dos sistemas ambientais integrados no edificado, assim como possíveis formas de cada indivíduo respeitar uma correcta manutenção e renovação dos elementos constituintes da construção, dentro dos quais se destacam as seguintes intervenções:

- Selecção de revestimentos das paredes e pavimentos mediante o seu comportamento ambiental, evitando também uma má interacção com os elementos em contacto directo;
- Limpeza regular de todas as superfícies, sobretudo os elementos em vidro;
- Manutenção dos aparelhos sanitários, com o objectivo de reduzir o consumo de água – esta medida pode ser auxiliada, por exemplo, pelo armazenamento da água em período de aquecimento, quando o habitante pretende tomar banho, aproveitando a água armazenada para descargas das sanitas, entre outras utilidades;
- Uso de agentes de limpeza sustentáveis, se possível biodegradáveis;
- Uso de tintas ou películas superficiais em espaços correctamente ventilados;

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

- Inspeção periódica dos sistemas activos.

No final, a manutenção tem como objectivo a preservação do equilíbrio estabelecido entre o comportamento global do edificado e o ambiente.

Capítulo V - CONCLUSÃO

5.1 Considerações Finais

A prova aqui apresentada centrou-se em duas temáticas, que, tendo em conta o percurso académico concretizado, careceram de alguma abordagem teórica e prática, contribuindo assim para o enriquecimento das faculdades. No que diz respeito à abrangência e complexidade das mesmas, fez todo o sentido estabelecer uma primeira aproximação a estes conteúdos, através de uma componente prática, não descurando uma base teórica minimamente aprofundada como fundamento de toda a prova, que acaba por constituir uma parte considerável da mesma. Este facto deve-se à já mencionada carência de medidas e aplicações práticas que o projecto em estudo apresentava – no que se refere à análise e detalhada dos aspectos inerentes ao edificado em questão –, obrigando por este motivo a procurar uma abordagem ligeiramente diversa da imaginada inicialmente, baseando-se assim numa percepção do ponto de visto projectual de como se aplicariam os conceitos teóricos.

Relativamente ao desenvolvimento das temáticas, procurou-se mediar as exigências de cada uma, tendo sempre em mente um equilíbrio das mesmas, evitando possíveis predominâncias de uma em detrimento de outra. Da mesma forma, as temáticas - reabilitação e sustentabilidade - aproximam-se uma da outra, pelo facto de ambas serem actualmente necessárias, no âmbito da arquitectura mundial. Isto, porque, de certa forma, a reabilitação define-se como um princípio sustentável, reforçando a compatibilidade entre as temáticas.

Neste sentido, a prova acabou por centrar a sua organização em torno da arquitectura sustentável, pelo facto de nesta se encontrarem ferramentas de projecto, exclusivas desta temática, tendo por isso a sua preparação teórica um plano de investigação mais alargado, para um conhecimento concreto dos seus conteúdos. Posto isto, não foi, de maneira alguma, intenção de sobrepor esta temática ao tema da reabilitação, mas sim, através da sustentabilidade, procurar soluções de reabilitação. Face à já mencionada complexidade dos conteúdos abordados, muitas questões ficaram por colocar, derivado não só da caracterização compositiva e temporal de uma qualquer dissertação, como também pela quantidade de possibilidades que as temáticas aqui apresentadas sugerem. Do mesmo modo, evitou-se também uma individualização de matérias específicas que poderia comprometer o objectivo global da prova.

Tendo sido escolhido um caso de estudo inserido no Centro Histórico do Porto, foi possível estudar e entender uma arquitectura tradicional, que está obrigatoriamente ligada à noção de reabilitação. Com o objectivo de fundamentar aprofundadamente uma construção pré-existente, o caso de estudo resultou de um forte diálogo entre o tradicional e o tecnológico. Neste exercício, voltou a ser imperativo o equilíbrio entre as temáticas, envolvendo uma perspectiva de preservação do

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

património com uma visão assente em tecnologias inovadoras, capazes de corresponder aos princípios sustentáveis.

Embora não exista uma metodologia específica que tenha em conta uma aplicação prática da sustentabilidade na reabilitação, a capacidade da primeira de se aplicar a um projecto de reabilitação é claramente elevada, sendo esta garantida pelas inúmeras soluções e adaptações que estão inerentes à arquitectura sustentável. Por outras palavras, tendo por base um consenso comum dos objectivos e princípios sustentáveis, as variadas possibilidades de definir um desenvolvimento sustentável, neste caso aplicado a um projecto de reabilitação, progridem todas no mesmo sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACE - ARCHITECTS' COUNCIL OF EUROPE, 2010. *Quality of Life* [Versão electrónica]. Disponível em: http://www.ace-cae.eu/public/contents/index/category_id/125/language/en [Consultado a 15 de Março de 2013]

ALLISON, Peter, 1998. *The flexibility of modular and movable systems* [Versão inglesa]. In: *a+t*, n.12 *Housing and flexibility I*. Álava, a+t ediciones, 110

ARÊDE, António; COSTA, Aníbal; GUEDES, João Miranda & PAUPÉRIO, Esmeralda. *Comportamento estrutural do edifício*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 141-174

BAGLIONI, A. & GUARNERO, G., 1998. *La Rehabilitación de edificios urbanos. Tecnologías para la recuperación* (Versão castelhana de *La ristrutturazione edilizia. Tecnologie per il recupero delle vecchie costruzioni. Aspetti socio-ambientali, economici, legislativi*, 1982). Barcelona, Editorial Gustavo Gili, SA, 20-21

CAE - CONCELHO DE ARQUITECTOS DA EUROPA, 2001. *A Green Vitruvius - Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável* [Versão portuguesa de: ACE - ARCHITECTS' COUNCIL OF EUROPE, 1999. *A Green Vitruvius*]. Portugal, Edição Ordem dos Arquitectos, 25, 28, 63, 89, 114, 140

CARVALHO, A. P. Oliveira; COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; GUEDES, João Miranda; PAUPÉRIO, Esmeralda; PORTO, João; QUINTELA, Marisa Antunes & VALENTIM, Nuno. *Identificação das principais preocupações construtivas dos elementos a reabilitar*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 74

CASTRO, M. C., 1996. *Desenvolvimento sustentável - a genealogia de um novo paradigma*. In: *Revista Economia e Empresa*, v.3, n.3, 22-32

COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; QUINTELA, Marisa Antunes & SOUSA, Hipólito. *Reabilitação de Edifícios*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 21-25

CUNHA, Sara, 2007. *Reabilitação e Sustentabilidade: uma experiência de projecto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, 13, 18, 30-31, 57, 76

DELGADO, Ana Paula; GUIMARÃES, Margarida Mesquita & VALENÇA, Paulo de Queiroz, 2012. *Eixo Mouzinho/Flores - Território do Recolhimento e do Mercadejar*. Porto, Porto Vivo SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA, 74

FERNANDES, Francisco Barata, 1999. *Transformação e Permanência na Habitação Portuense - As Formas da Casa nas Formas da Cidade*, Porto, FAUP Publicações, 226

FRAMPTON, Kenneth. *La Originalidad de la Vanguardia versus la Tradición de lo Nuevo* [Versão castelhana]. In: MELGAREJO, María, 1996. *Nuevos Modos de Habitar*. Valência, COACV, 318

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

FREITAS, Vasco Peixoto. *Exigências regulamentares aplicáveis à reabilitação de edifícios antigos*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 95-96

GERVÁSIO, Helena Maria. *A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas* [Versão electrónica]. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/a-sustentabilidade-do-aco-e-das-estruturas-metalicas> [Consultado a 22 de Janeiro, 2013]

INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA, 2012. *CENSOS 2011 Resultados Definitivos - Região Norte*. Lisboa, Instituto Nacional de Estatística, 21, 46

KREMERS, Jack A., 1995. *Defining Sustainable Architecture* [Versão electrónica]. Disponível em: <http://corbu2.caed.kent.edu/architronic/v4n3/v4n3.02a.html> [Consultado a 15 de Novembro de 2012]

MACCREANOR, Gerard, 1998. *Adaptability* [Versão inglesa]. In: *a+t*, n.12 *Housing and flexibility I*, Álava, a+t ediciones, 40

MARTINS, João G.; PIMENTEL, António F., 2005. *Reabilitação de Edifícios Tradicionais*, série Reabilitação, 1, 26-37. Disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Eng-Civil/187510.html> [Consultado a 23 de Maio, 2012]

MARTINS, José Patrício, 2012. *Delimitação da Área de Reabilitação Urbana do Centro Histórico do Porto em Instrumento Próprio*. Porto, Porto Vivo SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA, 29-36, 167-172

MOZAS, Javier, 1999. *Concerning the life of houses. Another way of being flexible* [Versão inglesa]. In: *a+t*, n.13 *Housing and flexibility II*. Álava, a+t ediciones, 5

OLGYAY, Victor, 1973. *Design with Climate - Bioclimatic approach to architectural regionalism*. New Jersey, Princeton University Press, 137

Portal Estatístico de Informação Empresarial do IRN, 2011. *Emprego e trabalhadores* [Versão electrónica]. Disponível em: <http://www.estatisticasempresariais.mj.pt/Paginas/filtros.aspx?estatistica=8> [Consultado a 23 de Janeiro de 2013]

PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 33, 36-60

PRé CONSULTANTS. *Life Cycle Assessment* [Versão electrónica]. Disponível em: <http://www.pre-sustainability.com/lca-methodology> [Consultado a 24 de Janeiro de 2013]

QUATERNAIRE Portugal, 2002. *Revitalização do Comércio e Serviços na Baixa Portuense*. EUROCITIES - Meeting Porto, 23-31

ROGERS, Richard, 1998. *Cities for a small planet* [Versão inglesa]. Londres, Faber and Faber Ltd., 88, 164

SOUSA, Hipólito, 2009. *Construção e Sustentabilidade*. In: *Ingenium*, série II, n.113 *Reabilitação, requalificação, reciclagem*. Lisboa, Ingenium Edições Lda., 26, 27

SUSTAINABLE SOURCES. *Construction Waste Recycling* [Versão electrónica]. Disponível em: <http://constructionwaste.sustainablesources.com/> [Consultado a 29 de Março de 2013]

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

THE DOW CHEMICAL COMPANY, 1995. *Produtos* [Versão electrónica]. Disponível em: <http://building.dow.com/europe/pt/proddata/xps/wallmate.htm> [Consultado a 18 de Maio de 2013]

TIRONE, Livia, 2007. *Construção Sustentável*. Sintra, Tirone Nunes SA, 128, 142-144, 156, 162, 184, 219

WCED - WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT, 1987. *Our Common Future* (Versão inglesa). Oxford University Press, 27

FONTES DE IMAGENS

- [i1] COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; QUINTELA, Marisa Antunes & SOUSA, Hipólito. *Reabilitação de Edifícios*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 21
- [i2] COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; QUINTELA, Marisa Antunes & SOUSA, Hipólito. *Reabilitação de Edifícios*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 22
- [i3] COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; QUINTELA, Marisa Antunes & SOUSA, Hipólito. *Reabilitação de Edifícios*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 22
- [i4] COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; QUINTELA, Marisa Antunes & SOUSA, Hipólito. *Reabilitação de Edifícios*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 22
- [i5] COSTA, Aníbal; FREITAS, Vasco Peixoto; QUINTELA, Marisa Antunes & SOUSA, Hipólito. *Reabilitação de Edifícios*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 23
- [i6] ALMEIDA, Manuela & LEITÃO, Dinis, 2004. Methodolody for a Sustainable Rehabilitation. Trento, World Congress on Housing, 6
- [i7] DINIS, Rita S. C., 2010. *Contributos para a Reabilitação Sustentável de Edifícios de Habitação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 41
- [i8] SOUSA, Hipólito, 2009. *Construção e Sustentabilidade*. In: *Ingenium*, série II, n.113 *Reabilitação, requalificação, reciclagem*. Lisboa, Ingenium Edições Lda., 27
- [i9] SOUSA, Hipólito, 2009. *Construção e Sustentabilidade*. In: *Ingenium*, série II, n.113 *Reabilitação, requalificação, reciclagem*. Lisboa, Ingenium Edições Lda., 26
- [i10] Portal Geográfico do Porto. Disponível em: <http://sigweb.cm-porto.pt/mipwebportal/>

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

[i11] GUÀRDIA, Manuel; MONCLÚS, Francisco Javier & OYÓN, José Luís, 1994. Atlas Histórico de Ciudades Europeas, Península Ibérica. Barcelona, Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, Salvat Editores, 128

[i12] Google Earth, 2012. Disponível em: <http://earth.google.com/>

[i13] FIGUEIRA, Jorge; GRANDE, Nuno & PROVIDÊNCIA, Paulo, 2001. Porto 1901-2001 - Guia de arquitectura moderna. Porto, Secção Regional Norte da Ordem dos Arquitectos

[i14] FIGUEIRA, Jorge; GRANDE, Nuno & PROVIDÊNCIA, Paulo, 2001. Porto 1901-2001 - Guia de arquitectura moderna. Porto, Secção Regional Norte da Ordem dos Arquitectos

[i15] Desenhos técnicos cedidos pelo Arquitecto Francisco Azeredo

[i16] MARTINS, José Patrício, 2012. *Delimitação da Área de Reabilitação Urbana do Centro Histórico do Porto em Instrumento Próprio*. Porto, Porto Vivo SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA, 29

[i17] MARTINS, José Patrício, 2012. *Delimitação da Área de Reabilitação Urbana do Centro Histórico do Porto em Instrumento Próprio*. Porto, Porto Vivo SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA, 39

[i18] MARTINS, José Patrício, 2012. *Delimitação da Área de Reabilitação Urbana do Centro Histórico do Porto em Instrumento Próprio*. Porto, Porto Vivo SRU - Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA, 37

[i19] <http://ipt.olhares.com/data/big/498/4980638.jpg>

[i20] Google Earth, 2012. Disponível em: <http://earth.google.com/>

[i21] Imagens fotográficas cedidas pelo Arquitecto Francisco Azeredo

[i22] Imagens fotográficas cedidas pelo Arquitecto Francisco Azeredo

[i23] Imagens fotográficas cedidas pelo Arquitecto Francisco Azeredo

[i24] Arquivo pessoal

[i25] Arquivo pessoal

[i26] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

A Sustentabilidade aplicada ao Projecto de Reabilitação de Edifícios

[i27] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i28] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i29] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i30] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i31] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i32] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i33] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i34] PÓVOAS, Rui Fernandes & TEIXEIRA, Joaquim. *Caracterização da Construção Tradicional do Norte de Portugal*. In: FREITAS, Vasco Peixoto, 2012. *Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto, Ordem dos Engenheiros da Região Norte, 36-60

[i35] Arquivo pessoal

[i36] Arquivo pessoal - desenho técnico do projecto

[i37] Baseado em: TIRONE, Livia, 2007. *Construção Sustentável*. Sintra, Tirone Nunes SA, 130-131

[i38] Baseado em: TIRONE, Livia, 2007. *Construção Sustentável*. Sintra, Tirone Nunes SA, 130-131

[i39] TIRONE, Livia, 2007. *Construção Sustentável*. Sintra, Tirone Nunes SA, 146

[i40] TIRONE, Livia, 2007. *Construção Sustentável*. Sintra, Tirone Nunes SA, 161

[i41] http://mcenergias.com/loja/image/cache/data/Termico_Intersol_Termossif%C3%A3o.jpg

[i42] http://images02.olx.gr/ui/12/15/10/1343174768_418901510_2---.jpg

[i43] TIRONE, Livia, 2007. *Construção Sustentável*. Sintra, Tirone Nunes SA, 106