

# a.obra.nasce

revista.de.arquitetura.e.urbanismo.da.universidade.fernando.pessoa

10



# ficha técnica

## Título

**A OBRA NASCE**  
revista de Arquitetura e Urbanismo  
da Universidade Fernando Pessoa  
nº10, dezembro de 2015

## Edição

edições Universidade Fernando Pessoa  
Praça 9 de Abril, 349 | 4249-004 Porto  
Tlf. +351 225 071 300 | Fax. +351 225 508 269  
edicoes@ufp.pt | www.ufp.pt

## Direção

**Álvaro Monteiro** (Diretor da Faculdade de Ciência  
e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa)

## Conselho de Redação

**Luis Pinto de Faria** (Professor Associado na Universidade Fernando Pessoa)  
**Rui Leandro Maia** (Professor Associado na Universidade Fernando Pessoa)

## Coordenação Científica

**Sara Sucena** (Professora Auxiliar na Universidade Fernando Pessoa)

## Conselho Científico

**Antonella Violano** (Facoltà di Architettura "Luigi Vanvitelli"  
della Seconda Università degli Studi di Napoli)  
**Avelino Oliveira** (Professor Auxiliar na Universidade Fernando Pessoa)  
**Clovis Ultramari** (Professor na Pontifícia Universidade Católica do Paraná)  
**Conceição Melo** (Mestre em Projecto e Planeamento do Ambiente Urbano FRUP/FEUP)  
**João Castro Ferreira** (Professor Auxiliar na Universidade Fernando Pessoa)  
**Luís Pinto de Faria** (Professor Associado na Universidade Fernando Pessoa)  
**Paulo Castro Seixas** (Professor Associado no ISCSP – Universidade de Lisboa)  
**Rui Leandro Maia** (Professor Associado na Universidade Fernando Pessoa)  
**Sandra Treija** (Vice-Dean of the Faculty of Architecture  
and Urban Planning of Riga Technical University)  
**Sara Sucena** (Professora Auxiliar na Universidade Fernando Pessoa)  
**Teresa Cáliz** (Professora Auxiliar na Faculdade  
de Arquitectura da Universidade do Porto)

## Composição

**Oficina Gráfica da Universidade Fernando Pessoa**

## ISSN

2183-427X

Reservados todos os direitos. Toda a reprodução ou transmissão, por qualquer forma, seja esta mecânica, electrónica, fotocópia, gravação ou qualquer outra, sem a prévia autorização escrita do autor e editor é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infractor.

## **A ideia de Sustentabilidade no processo de reabilitação do Centro Histórico do Porto: O Edifício “Padaria”**

**The concept of sustainability within the rehabilitation process of the Historic Centre of Porto: the “Padaria” (Bakery) building**

**Levi Barros**, MESTRANDO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

[levi.barros.lb@gmail.com](mailto:levi.barros.lb@gmail.com)

**João Ferreira**, ARQUITETO

Professor Auxiliar, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

CEAU – Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

[jferr@ufp.edu.pt](mailto:jferr@ufp.edu.pt)

**Luís Pinto de Faria**, ARQUITETO

Professor Associado, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

CAPP – ISCSP, Universidade de Lisboa | LEP – FCT, Universidade Fernando Pessoa

[lpintof@ufp.edu.pt](mailto:lpintof@ufp.edu.pt)

**Ricardo Santos**, ENGENHEIRO CIVIL

Director da Rielza – técnica e construções do Douro Lda.

[ricardosantos@rielza.pt](mailto:ricardosantos@rielza.pt)

**Diana Barros**, ARQUITECTA

MCMF – Imobiliária, S.A.

[diana.barros@mcmf.pt](mailto:diana.barros@mcmf.pt)

**RESUMO**

Os três pilares do «desenvolvimento sustentável» – a «prudência ambiental» a «justiça social» e a «eficácia económica» – foram ao longo das últimas décadas profusamente debatidos na comunidade científica sendo maioritariamente associados a novos modos de «saber fazer»: a criação de novas práticas, produtos e medidas legislativas com vista a um desenvolvimento sustentado. A organização da “United Nations Conference on Human Settlements – HABITAT III”, a realizar em 2016, propôs já como seu objetivo principal a tarefa de identificar novos desafios emergentes no sentido de mobilizar a população e garantir um novo compromisso político para que as cidades desempenhem o seu papel enquanto principais “motores” do desenvolvimento sustentável. Tomando como base a análise de um caso de estudo concreto, o “Edifício Padaria” localizado no Centro Histórico do Porto, o presente artigo propõe-se explorar não só a dimensão ambiental e económica do respetivo projeto e processo construtivo, tido como exemplar, como também o seu impacto e a sua ressonância relativamente às dimensões territorial, cultural e política, hoje tidas como indissociáveis de uma visão atualizada sobre a sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE**

Reabilitação, Sustentabilidade, Cidade, Estratégia, Cultura

**INTRODUÇÃO**

O presente artigo inicia-se descrevendo os principais objetivos e a importância de requalificar e reabilitar o património, melhorando a sua eficiência energética e conforto ambiental, de forma a que este se torne mais sustentável e revelando a capacidade dos edifícios, deixados como herança de um passado, em se adaptarem às necessidades dos dias de hoje com as qualidades, conforto e garantias de uma construção de hoje.

As intervenções de reabilitação do património construído, quando realizadas de forma sustentável, tornam-se oportunidades e desafios únicos para a conservação de uma

**ABSTRACT**

The three pillars of «sustainable development» – «environmental prudence», «social justice» and «economic efficiency» – were over the last few decades profusely debated in the scientific community being mostly associated with new modes of «know-how»: the creation of new practices, products and legislative measures with a view to sustainable development. The “United Nations Conference on Human Settlements – HABITAT III” Organization, to be held in 2016, has already proposed as its main goal the task of identifying new challenges emerging in order to mobilize the population and ensure a new political commitment to that cities perform their role as main “engines” of sustainable development. Based on the analysis of a concrete case study, “Padaria Building” located in the historic centre of Porto, this article proposes to explore not only the environmental and economic dimension of the respective project and constructive process, regarded as exemplary, but also its impact and its resonance with regard to territorial, cultural and political dimensions, today regarded as inseparable from an updated vision on sustainability.

**KEYWORDS**

Rehabilitation, Sustainability, City, Strategy, Culture

identidade e renovação dos recursos históricos, juntando qualidade ambiental, social e económica, à qualidade arquitetónica. Assim, o principal objetivo deste trabalho foi, para além de desenvolver e aprofundar conhecimentos nas áreas da reabilitação e sustentabilidade, enquadrar e acompanhar o processo de reabilitação e os seus sistemas construtivos, com os parâmetros da construção sustentável e acompanhar de forma ajustada e particular uma obra. O caso de estudo retrata uma intervenção no centro histórico do Porto, num edifício de habitação burguesa representativa do conjunto edificado que caracteriza a cidade.

## PREMISSAS DA REABILITAÇÃO E SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS

Motivadas por consciências distintas, as noções de reabilitação e sustentabilidade entraram na ordem do dia e, cada vez mais a sua ligação se torna mais importante. Por um lado, reabilitar vem-se afirmando como uma ação construtiva sustentável, por outro, o processo de reabilitação vai incorporando, progressivamente, os atuais critérios de sustentabilidade. Esta conexão justifica-se com a existência de um princípio comum, que de resto vai de encontro aquilo que é a definição de desenvolvimento sustentável, termo que surgiu pela primeira vez no relatório de Brundtland<sup>1</sup>, que o definia como: “desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades”, assentando este conceito em três pilares: desenvolvimento ecológico, social e económico. Porém esta preocupação iniciou-se já na década 60 com o Clube de Roma<sup>2</sup>, surgiu após um grupo de personalidades distintas da época se reunirem para debater os problemas que insidiam sobre a sociedade como a economia internacional, mas sobretudo preocupações com o meio ambiente de forma a promover uma utilização sustentável das espécies e dos ecossistemas. Em 1972 as preocupações do Clube de Roma foram formalizadas com a publicação do relatório “Os Limites do Crescimento”<sup>3</sup>. Publicação esta que influenciou as bases da conferência de Estocolmo iniciada nesse mesmo ano.

O conceito de desenvolvimento sustentável começava assim a adquirir forma, tanto que em 1987 surge no relatório de Brundtland a sua definição. Na origem deste documento estava, mais uma vez, a preocupação com as questões sociais, económicas, culturais e ambientais a nível mundial com o objetivo de formular soluções que combatessem os problemas com os quais se deparavam. Este relatório concebido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento vem criticar o modelo de desenvolvimento dos países industrializados o que começava a ter um efeito viral na medida em que todos os países em desenvolvimento começavam a ter os mesmos princípios, pondo em causa os recursos do meio ambiente. Este comportamento adotado pelos países colocava assim em risco a utilização sustentável dos ecossistemas. A partir deste momento a

sustentabilidade deixa de ser encarada como algo físico, ou seja, apenas ambiental, e alargava-se assim a outros níveis tais como níveis sociais e económicos.

Estas relações do homem com o meio que o rodeia tiveram implicações na forma de fazer arquitetura. Os arquitetos passaram assim a ter a preocupação de ser projetar em conjunto com preocupações ambientais. De forma a minimizar o impacto ambiental da construção, começa-se assim a ter atenção aos recursos naturais que estão disponíveis para que construir um edifício que consiga substituir os elementos artificiais e mecânicos com a utilização de recursos naturais.

Posto isto é possível afirmar que reabilitação e sustentabilidade são termos muito pertinentes na área da construção. Ambos levantam questões e problemáticas em áreas como a economia, sociologia, ambiente e urbanismo. As opções de reabilitação e os critérios de sustentabilidade normalmente baseiam-se em diferentes bases e objetivos, podendo estes até, divergirem. Para evitar este facto, é necessário um pensamento geral que procure entender esses fatores intervenientes, e que tente entendê-los como um conjunto interligado e inter-relacionado, avaliando os seus prós e contras para, que assim, seja possível optar pelo conjunto de soluções mais favorável. Após isto, no processo de reabilitação de edifícios e de sustentabilidade, existe a necessidade de encontrar uma solução de compromisso. Se num projeto de raiz o compromisso está inerente por razões económicas, técnicas, exigências do programa, regulamentos, etc., no projeto de reabilitação acrescem a estas as condicionantes próprias do edifício existente, que podem ser de ordem espacial, construtiva, material, histórica, e que necessariamente se manifestam na solução final (Barbosa, 2009).

Ainda sobre a sustentabilidade é um facto que o desempenho de um edifício reabilitado pode atingir níveis muito satisfatórios, sendo a intervenção baseada em mais-valias económicas e ecológicas conseguidas pela opção de reabilitação, mas não só. Também baseada em sustentabilidade social e cultural que representa a conservação da identidade urbana através da imagem do seu edificado. No entanto os obstáculos e limitações estão presentes, mas estes podem também representar oportunidades para exaltar a criatividade. Isto proporciona o projeto de reabilitação se torne num

desafio atrativo, bem como um produto único, pelo que resulta do diálogo entre o existente e o projeto de intervenção (Barbosa, 2009). Esta variedade de conhecimentos simultâneos necessários ao projeto de reabilitação sustentável irá levar essencialmente, a uma abordagem arquitetónica, construtiva e ambiental da reabilitação sustentável, na análise do edifício presente em caso de estudo, para que desta forma se entendam como as características de desempenho espacial, funcional, ambiental e energético do existente se podem adaptar a um novo uso e às suas exigências.

### PREMISSAS DA REABILITAÇÃO E DA SUSTENTABILIDADE

Quando se fala em reabilitação sustentável é essencial compreender as bases que estão adjacentes a esta forma de construir. Appleton (2003) afirma que a **reabilitação** de um edifício deve procurar satisfazer três critérios fundamentais: (i) reversibilidade; (ii) compatibilidade; e (iii) durabilidade. Reversibilidade é a capacidade que um edifício, que tenha sido sujeito a uma intervenção, tem de voltar às suas características originais. Para o autor, este princípio pretende proteger o pré-existente de uma possível ineficácia das soluções implementadas. Porém, é um dado adquirido que na maior parte dos casos a total reversibilidade é, impraticável, logo, as propostas de intervenção devem garantir, pelo menos haja uma compatibilidade entre o que existe e o que é proposto, bem como a durabilidade das várias soluções adotadas. Relativamente à noção de compatibilidade, Douglas (2006) acrescenta a importância da compatibilidade do uso. É fundamental que os usos propostos não se imponham ao pré-existente como uma ameaça ao seu carácter construtivo e arquitetónico. Mas que, pelo contrário, essa escolha se baseie num estudo prévio de levantamento das potencialidades do edifício que garanta uma boa adaptação do espaço, com o mínimo de intervenção e alteração. O uso a que se destina determinado edifício pode ser um ponto de partida determinante para o sucesso ou fracasso de uma reabilitação. Por fim, o critério da durabilidade diz respeito ao limite das necessidades de manutenção, e com isso os seus impactos e custos, aumentando assim o prazo de necessidade de uma intervenção futura. Assim, os recursos a usar numa intervenção têm de ser rentabilizados ao máximo, tal como a necessidade dos mesmos a curto

prazo, entendendo-se por recursos os financeiros, materiais, energéticos e de tempo.

No entanto existem ainda outros critérios para Appleton (2003), não menos importantes enquanto premissas base para reabilitação. São os princípios da flexibilidade ou adaptabilidade, inspeccionabilidade, reparabilidade e sustentabilidade. É fundamental garantir que um edifício tenha a capacidade de se adaptar a fatores inesperados como: (i) requisitos de um mesmo uso; (ii) alteração de uso; (iii) novas exigências regulamentares de segurança e conforto; entre outros, aumentando dessa forma, as alternativas de durabilidade útil da construção. Inspeccionabilidade e reparabilidade dizem respeito à possibilidade de inspeção e reparação das soluções adotadas. O autor afirma que se deve garantir o acesso visual a certos pontos da construção dentro do possível. Pontos estes como a estrutura, redes técnicas e materiais de enchimento ou revestimento, para assim ser possível detetar atempadamente quaisquer anomalias ou patologias, numa fase em que estas podem ser resolvidas mais facilmente. Por outro lado, deve ser dada preferência a soluções que permitam que haja a possibilidade da sua reparação, nem que isso implique a substituição de partes, em vez de uma substituição integral. Por fim, a premissa da sustentabilidade. Esta, de certa forma, abrange as preocupações anteriores e acrescenta ainda um leque de novas questões, desde as económicas às sociais e culturais, ou mesmo políticas, mas, principalmente as ambientais, desde o controlo do ambiente interior, ao impacto de toda a intervenção no meio ambiente e recursos naturais.

*[...] os edifícios antigos têm, qualquer que seja a sua idade, já cumprida a função para que foram construídos, admitindo-se que o tempo médio esperado para a vida de um edifício será de 50 anos. Por isso mesmo, representam já uma parte do património construído, contêm em si mesmos uma parte da história do homem, para além de significarem também uma parcela significativa e mesmo imprescindível do parque construído, no que se refere às funções que têm de continuar a desempenhar, na habitação, no comércio, na indústria ou nos serviços. (Appleton, 2003, pp.9 e 10)*

A reabilitação tem, portanto, como intenção, prolongar o tempo de serviço de um edifício adequando as suas poten-

cialidades às exigências contemporâneas. O que pode formar assim uma mais-valia inerente como a rentabilização em termos económicos e energético-ambientais dos recursos já utilizados na sua construção. Assim poupam-se esses mesmos recursos com a não demolição do existente para construção de um edifício novo; reforça-se a identidade do lugar, assim como a memória coletiva inerente à imagem do seu edificado; renova-se o edificado e com ele o espírito de uma população; dá-se continuidade à utilidade do edifício, transformando uma construção excedente num edifício útil e rentável (Appleton, 2009). Appleton refere ainda que o fator económico é na prática, muitas vezes o fator de decisão mais importante. Para isso contribuem alguns conceitos adquiridos pela sociedade. Como por exemplo, a noção de que é sempre mais barato demolir e construir de novo, do que reabilitar. Ora, este conceito nem sempre corresponde à verdade. Se for tido em conta aspetos como se tratar da integração e reaproveitamento de um edifício existente, há um leque de elementos a manter como as fundações, estrutura, revestimentos, infraestruturas técnicas, etc., o que na verdade representa uma redução de custo significativa nesses mesmos elementos numa construção nova. Mais ainda, não deve ser desvalorizar o valor intrínseco de alguns elementos existentes, considerando que o custo de os refazer se tal ainda for possível excede o seu custo original.

Outra noção que importa desmistificar é a de que as soluções ambientalmente sustentáveis são mais dispendiosas. Mais uma vez este facto não corresponde a uma verdade absoluta. Para provar isso, basta realçar que algumas das principais vantagens económicas são os critérios de sustentabilidade energético-ambiental. A redução de trabalhos de demolição (que de si já são trabalhos dispendiosos e consumidores de energia) representa igualmente a redução de desperdício e entulho, de poluição e de energia integrada em todo o processo. A reutilização dos materiais existentes tem também como ação direta a redução do recurso à extração e criação de novas matérias-primas, com o respetivo impacto ambiental (que vai da profunda alteração de paisagens naturais, ao risco de extinção da biodiversidade, de recursos materiais e energéticos não renováveis, cuja produção e transporte implicam atividades poluentes). Também relativamente ao conforto e desempenho interior

do edifício, a sustentabilidade ambiental é muitas vezes sinónimo de sustentabilidade económica. A agregação de soluções de design passivo – aumento da inércia e massa térmica do revestimento construído, maximização da ventilação e iluminação naturais, otimização de ganhos e perdas de calor, controlo de sombreamento de envidraçados, etc. – ou em soluções de poupança e reaproveitamento de águas, e outros sistemas mais ativos pode originar maior investimento inicial mas, além de reduzir o investimento semelhante em equipamentos mecânicos (para alcançar os mesmos níveis de conforto), pretende garantir poupanças na fase de utilização do edifício bastante significativas (Appleton, 2009). As diversas vantagens apresentadas asseguram que reabilitar é muitas vezes a opção mais viável e atrativa, no entanto não o é sempre, em termos absolutos. Segundo Douglas (2006) muitas vezes se encontrarão edifícios velhos, em mau estado de conservação, ou, apenas de tão fraca qualidade, que a melhor opção por diversas razões será a sua demolição para lugar a uma nova construção.

Com respeito ao significado da **sustentabilidade** na construção, observa-se que nos dias de hoje, o sistema de reabilitar, salvaguardar, conservar e preservar está cada vez mais ligado com a preocupação sustentável, não só por motivos ecológicos e funcionais, mas também, devido às novas necessidades tecnológicas e legislativas que dizem respeito à segurança e às condições mínimas de conforto no interior de um edifício, respeitando também o seu passado, ou seja, a sua história e o seu valor arquitectónico (Pimentel, 2005).

Em relação às preocupações ecológicas, estão no cimo das prioridades das políticas internacionais. Entre outros acontecimentos, as Crises do Petróleo, o Buraco do Ozono e o Aquecimento Global têm sido a base de toda uma nova forma de pensar uma existência sustentável do Homem na Terra. Uma das ideias mais importantes para o desenvolvimento sustentável é a de repor a lógica de transformação da matéria de um sistema de ciclo aberto ou linear (extração-produção-entulho) para um de ciclo fechado (extração-utilização-reutilização-reciclagem), que mais se assemelha mais do modelo de funcionamento da Natureza – onde *nada de cria, nada se perde, tudo se transforma*<sup>1</sup>. Isto pode-se observar na figura 1 que ilustra os usos dos recursos em edifícios tradicionais e o uso dos recursos num edifício sustentável.

A campanha dos três R's – reduzir, reutilizar, reciclar – aponta nessa direção recorrendo à redução do consumo de matérias-primas, recursos não renováveis, e à otimização da sua utilização. Na obra *Cradle to Cradle* (2009), Braungart e McDonough fortalecem a importância desta atitude de contenção, mas consideram-na transitória, propondo um último objetivo – zero impactos negativos na natureza – o retorno dos recursos naturais usados com proveitos benéficos aos diferentes ecossistemas. No que diz respeito à construção, este artigo aponta para um edifício que tenta funcionar como um ecossistema, contribuindo para o equilíbrio ecológico, sem prejudicar o seu funcionamento interno como os edifícios gerarem mais energia do que a que consomem; as cidades poderem potenciar a salubridade e biodiversidade dos solos e águas, tornando-se autossuficientes mas integradas no seu ambiente (Barbosa, 2009). Apesar da importância dada à sustentabilidade ambiental, há aspetos da vida humana, tal como dos espaços construídos na qual a mesma se desenvolve, não podendo ser desassociados do facto de se atingir uma existência mais ecológica mas não totalmente sustentável. Assim, também no que respeita ao património construído, a sustentabilidade deve ser pensada e avaliada segundo a reflexão de diversos critérios – ambientais, sociais e económicos.

## A SUSTENTABILIDADE DA REABILITAÇÃO E A REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL

A reabilitação de edifícios é em si um processo de sustentabilidade do ambiente natural construído e social, uma vez que se enquadra, do ponto de vista do património edificado, na lógica de ciclo fechado como referido anteriormente. Porém no início, para que este processo seja possível de se concretizar, deve haver, tanto em novas construções como na própria reabilitação, a preocupação de adaptar as construções de forma a terem capacidade de evoluir, escolhendo materiais e sistemas construtivos duráveis, reparáveis e versáteis, para aumentar assim a adaptação a futuras intervenções (Barbosa, 2009).

Segundo o Green Vitruvius (2001), o impacto ambiental de um edifício deve ser analisado a dois níveis: (i) – Enquanto “estrutura física” ou “coisa morta” – o edifício é apenas a soma de todas as suas partes inerentes, impactos individuais resultantes de extração, produção, transporte, aplicação, demolição e reciclagem ou depósito como resíduo inútil; e (ii) – Enquanto “máquina viva” – o edifício é todo um sistema ativo, consumidor de recursos e gerador de desperdícios que permitem o seu funcionamento e traduzem o seu impacto

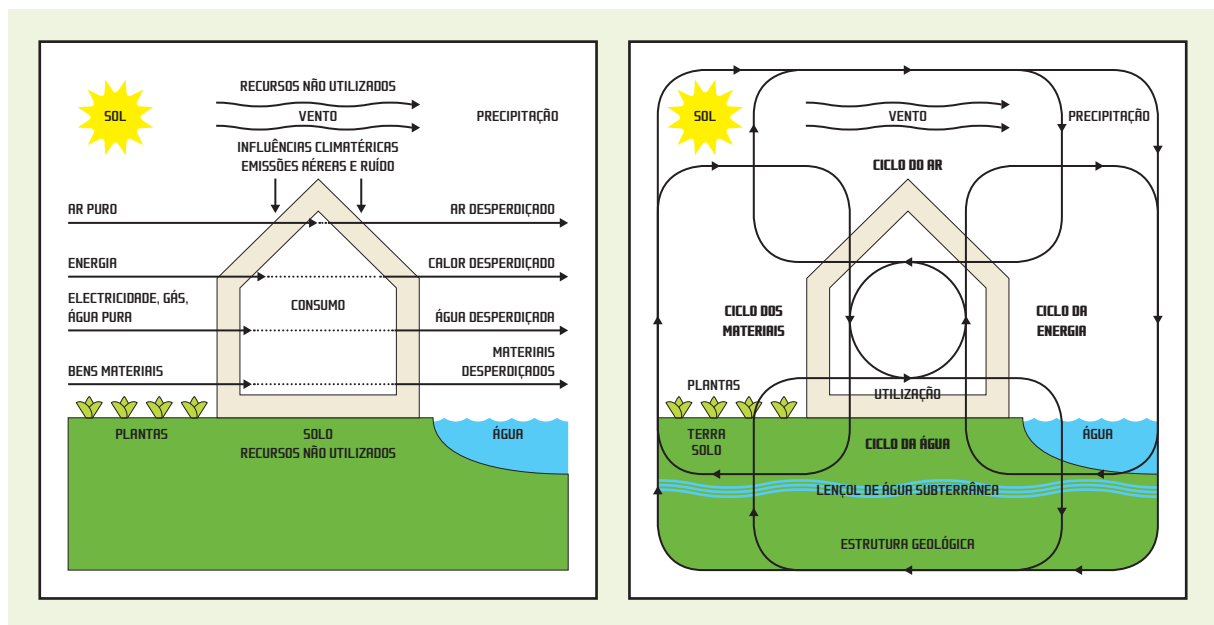


Fig.1. À direita o uso dos recursos num edifício sustentável; À esquerda o uso dos recursos num edifício tradicional.

ambiental ao longo de toda a sua fase de utilização. No primeiro nível, no fundo medem-se os impactos dos recursos, ou seja, tudo o que é necessário consumir (matérias primas, energia, água, transportes, etc.) e produzir (emissões de CO<sub>2</sub> e outros gases, ruído, resíduos e outras formas de poluição) para fabricar os materiais e elementos construtivos a aplicar em obra, tal como para os demolir e reutilizar, reciclar, no fim de vida do edifício. No que diz respeito ao segundo nível – a “máquina viva” – o edifício produzirá um impacto no ambiente, interior e exterior, ligado ao funcionamento constante e prolongado do edifício, para atingir condições de salubridade, conforto, segurança e funcionalidade que dos utilizadores. Este impacto abrange um conjunto de processos, sistemas e atividades necessários ao funcionamento da construção, assim como também os involuntários como as emissões químicas de materiais aplicados.

O processo de **reabilitação sustentável** difere em muitos aspetos da reabilitação tradicional, desde logo no faseamento, onde normalmente é dividido em Análise e Diagnóstico, Projeto e Execução, e na reabilitação sustentável tornou-se num processo holístico, acrescentando mais um faseamento, a de utilização/manutenção e desconstrução (Durão, 2013). A reabilitação tradicional foca-se em questões de qualidade (problemas de ordem de degradação física), tempo e custos, enquanto o processo sustentável acrescenta a esses pontos, as preocupações ambientais e sociais, relacionadas com minimizar o consumo de recursos e energia, a degradação ambiental, criação de um ambiente mais saudável e o conforto humano, durante todo o ciclo de vida do edifício (Lopes, 2010).

Sendo a reabilitação uma ação por si só sustentável, como referido anteriormente, esta resolve os problemas relacionados com anomalias e com a degradação física do edifício. No entanto, entende-se que este processo esteja mais direcionado para a sustentabilidade energética, o que trás uma melhoria do conforto interior, através da introdução de tecnologias que aumentem a sua eficiência e a aplicação de materiais mais sustentáveis, de forma a reduzir a poluição gerada pelo edifício (Barbosa, 2009). Para garantir então o melhor conforto para quem usa os edifícios, existem sistemas de **design passivo**. Para a melhor compreensão do que são sistemas de design passivo é necessário pensar com a

noção de que todos os elementos que cumpram a sua função ambiental pela sua própria existência ou da sua manipulação física, são elementos de eficácia ambiental passiva, que atuam sem haver a necessidade de recorrer ao consumo energético. Aspetos como a forma, volume, orientação, envidraçados e seu sombreamento, materiais e sua aplicação enquanto solução construtiva, e todos o tipos de habilidades de carácter arquitetónico ou natural para captação ou proteção de sol (luz e calor), vento, água, etc., são recursos já adquiridos pela própria arquitetura para se enquadrar ao ambiente e dele tirar o maior proveito (Pimentel, 2005). Como exemplo de sistemas passivos, destacam-se os solares passivos. Estes são os que mais diretamente se relacionam com o controlo e conforto térmicos e, provavelmente, os mais experimentados. Para garantir conforto estes tem de responder a parâmetros como: (i) impacto dos sistemas construtivos e materiais usados; (ii) conforto térmico; (iii) qualidade do ar; e por fim (iv) reaproveitamento de águas (Barbosa, 2009).

Em reabilitação uma grande parte dos materiais já se encontra em uso. Logo, o objetivo de potenciar a conservação dos materiais existentes, sempre que estes estejam aptos, por via de limpeza, reparação dos mesmos, de medidas de promoção da sua durabilidade e bom desempenho ambiental. Do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, devem ser tidas em conta na escolha dos materiais, regras como a durabilidade, possibilidade de limpeza, manutenção e reparação, energia incorporada, a utilização de produtos ou processos químicos poluentes no seu fabrico assim como a emissão química durante a sua utilização, a capacidade de renovação da sua fonte de recursos ou a reciclagem de materiais como fonte de recursos.

Quanto ao conforto térmico, este é um dos fatores que mais inquietações levanta quando se pensa em arquitetura sustentável, por estar na origem da necessidade de abrigo do ser humano, mas também por ser o originário dos aparelhos mecânicos de climatização que tentam satisfazer as mesmas necessidades do ser humano hoje em dia mas com gastos que contribuem bastante para os elevados níveis de consumo energético e produção de poluição dos edifícios, bem como, paradoxalmente, para a própria redução da qualidade do ambiente interior. A abordagem aos critérios de conforto

térmico distingue-se em duas teorias distintas: o Modelo de Balanço Térmico e a Teoria Adaptativa [Quarte, 2007].

Para a compreensão do “Modelo de Balanço Térmico”, são efetuados testes num ambiente controlado (câmara climática) através dos quais se definem valores ideais de conforto para critérios como a temperatura e velocidade do ar, humidade relativa e a temperatura superficial dos elementos do espaço interior. Através destes estudos pode-se observar que existe uma utilização excessiva de meios mecânicos de climatização, que ao longo do tempo, fizeram que soluções passivas de controlo climático fossem esquecidas.

Por sua vez, a “Teoria Adaptativa” é explicada com base em trabalhos de campo, considerando que uma pessoa é mais tolerante a diferentes temperaturas quando tem a possibilidade de controlar o seu meio ambiente. Opções tão simples como abrir uma janela, descer um estore, vestir ou despir uma peça de roupa e tomar uma bebida fria ou quente, aumentam essa tolerância ao ambiente e diminuem a percepção de desconforto. A “Teoria Adaptativa” afirma ainda que as expectativas de conforto de cada pessoa podem variar conforme forem as condições climáticas exteriores, por isso são toleradas temperaturas interiores mais baixas no Inverno e mais altas no Verão. A hipótese de ventilação natural revela-se também um fator de conforto, uma vez que em tempo que te a brisa proporcionada pela sua presença consegue compensar o conforto. Pelo contrário, o ambiente gerado pelos sistemas mecânicos é várias vezes sentido como desconfortável provocando, por exemplo, sensação de garganta seca.

As carências de controlo térmico distinguem-se, portanto em necessidades de aquecimento e necessidades de arrefecimento, que correspondem às estações frias e quentes do ano. Na ótica do design solar passivo, as estratégias apontam para a maximização de ganhos térmicos e o controlo de perdas térmicas na estação de aquecimento; e o controlo de ganhos térmicos e maximização da sua dissipação na estação de arrefecimento. Em relação à qualidade do ar, este é um fator de grande importância em termos ambientais e de saúde. Em espaços interiores, esta encontra-se fortemente relacionada com a questão da ventilação [Barbosa, 2009]. A ventilação é necessária, à partida, para eliminar o excesso de

CO<sub>2</sub> e vapor de água derivado à respiração humana e repor o oxigénio necessário à mesma. No entanto existem outras fontes poluentes interiores como por exemplo o fumo, comida e bebida, pó, emissões de materiais de construção ou de equipamentos e objetos, fibras têxteis até mesmo o odor humano, que afetam a qualidade do ar e podem estar ligadas ao Síndrome do Edifício Doente<sup>5</sup> [Thomas, 2006]. O excesso de humidade, não é um poluente, no entanto é também um problema – causando condensações, fungos e bolores, bem como a degradação precoce de certos materiais e elementos construtivos – que pode ser minimizado com uma adequada ventilação natural. Na estação de arrefecimento, a ventilação natural concilia a função de renovação do ar, repondo a sua qualidade com a dissipação do calor existente no interior. Na estação de aquecimento, a ventilação natural, originada por exemplo por janelas abertas pode ir contra o conforto térmico desejado, consentindo perdas de calor. Neste caso, é necessário considerar soluções que permitam o pré-aquecimento do ar que entra, através por exemplo do reaproveitamento do calor do ar que sai. Em regra, os edifícios bem concebidos para ventilação natural são pouco profundos distando entre fachadas exteriores (incluindo as viradas para pátios) e aumentando até cerca de cinco vezes o pé-direito [VVAR, 2001].

Por fim, o consumo sustentável de água nos edifícios tem como meta a minimização das necessidades de água, assim como o tratamento e reencaminhamento dela pós-utilização. A organização da rede de águas nos edifícios e, a carência de água quente têm implicações de consumo energético. Em reabilitação, o consumo de água pode ser reduzido com a utilização de equipamento de consumo reduzido como por exemplo as torneiras com arejadores e autoclismos de descarga reduzida ou dupla-descarga e, principalmente em usos que não sejam domésticos, utilizando temporizadores de descarga para controlar os desperdícios [Douglas, 2006].

A separação entre recolha de águas pluviais, águas cinzentas e águas negras permite o seu tratamento e reutilização, ao mesmo tempo reduzindo a pressão sobre o consumo de água potável e sobre os sistemas convencionais de tratamento de águas residuais [VVAR, 2001]. As águas pluviais, armazenadas e recicladas sem grande processamento e as

águas de sabão, com um pouco mais de tratamento, podem ser reutilizáveis para rega, lavagens e outros usos exteriores, assim como para descarga de autoclismos e máquinas de lavar o que se pode traduzir, numa significativa redução do consumo de água potável (Douglas, 2006).

### OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ADOTADOS NO CASO DE ESTUDO E A SUA SUSTENTABILIDADE

Neste ponto analisar-se-ão todas as técnicas e critérios de reabilitação sustentável que foram previstos no projeto de arquitetura e aplicados na prática nos projetos das diferentes especialidades a que dizem respeito. De uma forma geral, pode-se afirmar que os técnicos responsáveis pela obra tinham como objetivo central um edifício reabilitado com um aproveitamento ótimo dos níveis económicos, naturais e sociais. Nesta intervenção enquadram-se também as premissas gerais da reabilitação de João Appleton. Como o projeto de arquitetura não impõe quase alterações na disposição interior do edifício, garante desde logo a **reversibilidade** – capacidade do edifício após a intervenção, conseguir voltar às suas características originais. Sendo que o programa do edifício é de serviços, faz com que a **compatibilidade** esteja assegurada uma vez que não impõe a necessidade de alterar o seu carácter arquitetónico e construtivo. A intervenção aponta também à **durabilidade**, porque tenta rentabilizar ao máximo os recursos minimizando os seus impactos e custos.

Para atingir os critérios de sustentabilidade, esta intervenção foi criteriosamente pensada nos diferentes projetos de especialidades. O ponto essencial a destacar é o facto de haver a intenção de transformar este edifício num ciclo fechado (extração-utilização-reutilização-reciclagem) com uso dos recursos naturais para fazer com que se torne num edifício autossuficiente. Também o uso de técnicas de design passivo é uma constante nesta intervenção. Os materiais demolidos da obra serão aproveitados para novas funções para diminuir o gasto de nova matéria-prima, por exemplo: (i) a madeira resultante das demolições de elementos da estrutura, dos interiores, da cobertura, dos soalhos dos pavimentos e elementos de carpintaria não reutilizáveis será utilizada como biomassa para alimentar

recuperadores, estufas e fogões em obras futuras (uma vez que o sistema de aquecimento da presente intervenção será "Pellets"); (ii) a alvenaria de granito proveniente da demolição de paredes e pavimentos será posteriormente aproveitada para criar espaços de circulação exteriores; (iii) os rebocos e estuques, sempre que possível, serão reaproveitados, sendo consolidados e tratados; (iv) o resultante, da demolição, rebocos soltos e degradados, serão usados como inerte nos novos rebocos utilizados para os revestimentos das zonas demolidas e como matéria-prima para a composição do pavimento térreo; (v) da demolição de paredes resultaram tijolos maciços cerâmicos que serão utilizados como elemento de inércia na composição da parede de trombe; (vi) a demolição das estruturas degradadas de betão, lajes, vigas e pilares em betão armado, será posteriormente empregue na base de pavimentação e enchimentos dos pneus enquanto a respetiva armadura será entregue para reciclagem; (vii) o solo resultante da escavação de valas servirão para alteração de cotas e nivelamento de terreno em zona florestal destinado a uma plantação de oliveiras; (viii) por último, as telhas provenientes da remoção da cobertura existente serão aproveitadas para o sistema de pavimento como proteção aos canais de circulação de ar. Da mesma forma, todos os elementos que garantam condições de segurança não serão demolidos e os materiais novos a incorporar serão preferencialmente materiais naturais.

Para garantir conforto térmico as técnicas usadas, além dos materiais, serão pensadas de forma a evitar que o edifício necessite de aparelhos de climatização mecânicos. Como alternativa aos aparelhos, os técnicos apresentam propostas que utilizam as ventilações naturais e a reutilização das águas (no caso de arrefecimento de coberturas) para garantirem os melhores níveis de conforto tanto em épocas de verão como inverno. A intervenção visa ainda a conservação sempre que possível das técnicas construtivas originais.

### PROJETO DE ESTABILIDADE

A intervenção em estudo, tal como acontece noutras obras deste género, foca-se essencialmente em aspetos de redução do acréscimo de cargas às paredes e fundações,

mantendo os elementos que ainda ofereçam condições de segurança. Apenas serão substituídos os degradados, por elementos de material igual ao original. Exemplo disso é a substituição de vigas de madeira dos sobrados e a substituição de elementos da estrutura da cobertura por elementos iguais (figura 2). Apenas no caso da cobertura plana de betão e no pavimento do segundo corpo do edifício que se encontravam bastante degradados foi adotada uma solução diferente, passando por elementos estruturais metálicos e uma laje colaborante como ilustra a figura 3. Desta forma enumeram-se os pontos que a equipa projetista se focou para a realização do projeto: (i) Melhoramento do comportamento às ações horizontais no corpo 3; (ii) Aproximar desempenho da estrutura dos requisitos da legislação atualmente em vigor; (iii) Cumprir as atuais exigências legislativas de segurança contra incêndios; (iv) Prever o planeamento da execução dos trabalhos (demolições e reconstrução); (v) Reforço de fundações no corpo 3; (vi) Calcular a nova estrutura metálica no segundo corpo do edifício; (vii) Reforço de paredes resistentes no corpo 2; e (viii) Substituição de pavimentos degradados.

De modo a compreender-se em que consistiu a intervenção, destacam-se as soluções recomendadas pelo projeto de estruturas para as: demolições, fundações e reforço estrutural (paredes, pavimentos e cobertura). Relativamente às demolições, uma vez que o edifício se encontrava bastante degradado no segundo corpo – correndo risco de ruir – esta intervenção consistiu na demolição das paredes ex-

teriores (a nível do rés-do-chão), e da cobertura plana (figura 4), para serem aplicados pilares metálicos (figura 5) de reforço. Devido ao mau estado foram também demolidos os pavimentos – dos pisos 1 e rés-do-chão – da mesma zona do edifício. Mais tarde reconstruído através sistema construtivo original (figura 6) no caso do piso 1, e no rés-do-chão por laje de betão (figura 7).

No que respeita a fundações apenas foi previsto o reforço destas nas paredes resistentes existentes onde se situa a laje metálica colaborante e na zona do corpo 3 na laje aligeirada uma vez que estas vão transmitir novas forças nas paredes. Ao nível dos elementos estruturais verticais e horizontais, para as paredes de alvenaria resistentes foram sugeridos pelos técnicos a demolição de materiais de menor qualidade e posterior preenchimento com materiais compatíveis com a solução original assim como a reparação de qualquer fenda ou fissura através das técnicas tradicionais, mas em vez de ser com resinas naturais a solução adotada foi injeção de químicos da “Hilti” (*HIT-HY 200-A* e *HIT-RE 500<sup>®</sup>*) na fissura, aplicação de grampos metálicos e a sustentação de fachadas através de tirantes metálicos, também explicados no capítulo IV, para assim restabelecer a ligação entre os dois corpos do edifício uma vez que estes se encontravam “desconectados”. Na cobertura no corpo 1 do edifício a solução foi manter o mesmo sistema, apenas substituindo também os elementos degradados, por outros semelhantes sendo que ainda se encontrava num estado de conservação possível de ser reparado.



Fig. 2. Vigas substituídas. Fig. 3. Elementos cobertura substituídos. Fig. 4. Laje metálica.



**Fig. 5.** Pilares metálicos cave. **Fig. 6.** Estrutura nova pavimento corpo 2 piso 1. **Fig. 7.** Estrutura do pavimento no corpo 2 r/c executado da mesma forma da laje metálica.

## PROJETO DE TÉRMICA

O edifício em estudo como já referido localiza-se Porto, e dista do mar cerca de 5km e esta a uma altitude de cerca de 70 metros. Segundo o engenheiro Ricardo Santos (técnico responsável por todos os projetos de especialidades) está inserido na zona climática de Inverno "II", e na zona climática de Verão "V2". O número de graus-dia (GD) de aquecimento correspondente à estação convencional de aquecimento é igual a 1211,6°C, a duração da estação de aquecimento [M] é igual a 6,2 meses, a energia solar média mensal incidente numa superfície orientada a sul na estação de aquecimento [ $G_{sol}$ ] é de 130kWh/m<sup>2</sup>.mês, a temperatura exterior média do mês mais frio da estação de aquecimento ( $\Theta_{ext,i}$ ) toma o valor de 10,5°C, e a temperatura do ar exterior para a estação convencional de arrefecimento ( $\Theta_{ext,v}$ ) é igual a 20,9 °C, sendo a duração desta estação de 4 meses, ou seja 2928 horas. Na figura 8 estão representados os valores de coeficientes de transmissão térmica [U] dos vários elementos construtivos aplicados na obra, e de seguida será feita uma análise baseada nos projetos executados pela equipa técnica projetista, dos principais elementos constituintes do edifício diretamente relacionados com a térmica.

Começando pela cobertura, é constituída por placas de OSB<sup>7</sup>, com espessura de 18mm. O seu isolamento é feito por

uma camada de 15cm de cortiça virgem, seguida de caixa-de-ar com cerca de 15cm e celenit com 25mm (o pormenor da sua constituição está presente no ponto "sistemas construtivos" do presente artigo). O valor da condutibilidade térmica [U] obtido para a cobertura é de 0,22 W/m<sup>2</sup>°C e 0,21 W/m<sup>2</sup>°C consoante o fluxo seja ascendente ou descendente respetivamente. O valor de permeância<sup>8</sup> [Pe] máximo para o teto é de 62,505x10<sup>-11</sup> kg/m<sup>2</sup>sPa, sendo que se obtém um valor de Pe de 2,572x10<sup>-11</sup> kg/m<sup>2</sup>sPa para a camada de OSB, o que significa que a permeância desta camada é muito baixa. A escolha dos projetistas do acabamento recai sobre o material celenit, por se tratar de um produto constituído unicamente por materiais naturais (madeira de abeto, cimento Portland, pó de mármore e água) aliado a boas condições térmicas (cerca de 15 vezes mais capacidade isolante que outros materiais leves) e acústicas (bom comportamento tanto na absorção sonora – reduz tempo de reverberação – como na transmissão de ruídos aéreos). A cortiça virgem granulada usada como isolamento, foi adotada nesta intervenção, porque apesar de não ser compacta, desempenha a função devido às suas capacidades e ao seu custo reduzido. Em termos de funcionamento e segundo os técnicos responsáveis, a cobertura é projetada com um desvão (não utilizável) fortemente ventilado. A ventilação na face inferior da telha é assegurada pela entrada natural do ar no telhado, através do vento. Vento este que entra pelo beirado e

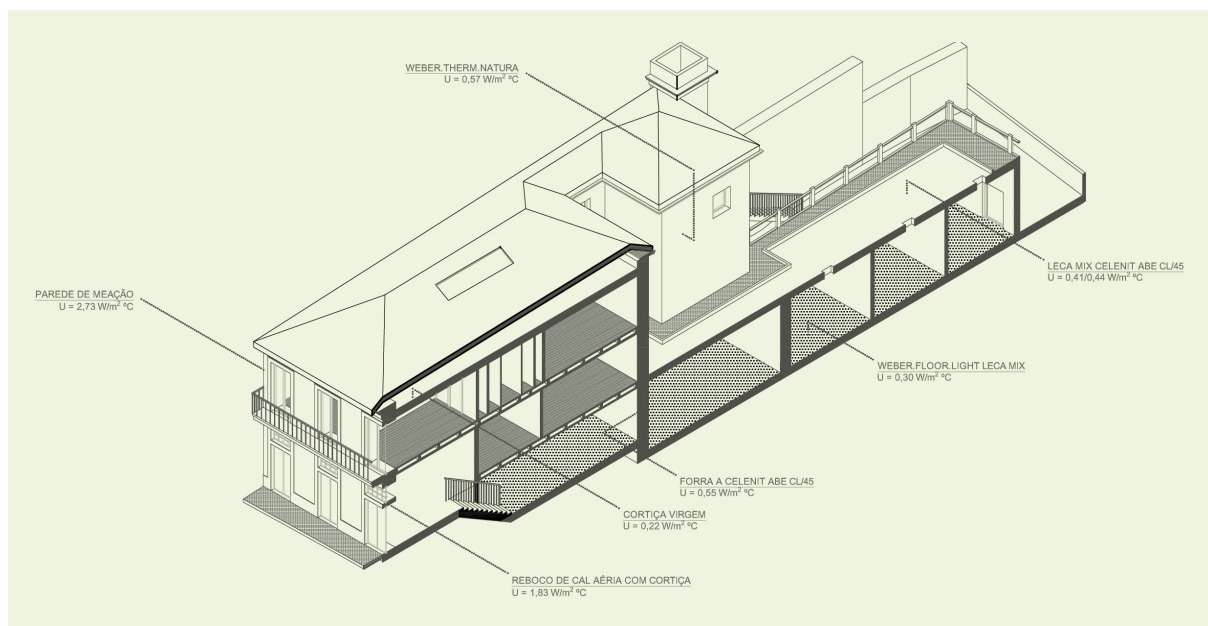


Fig. 8. Perspetiva com o valor do coeficiente de condutibilidade térmica dos elementos principais.

pelas telhas de ventilação existentes (3 por cada 10m<sup>2</sup>) e sai pela cumeeira. A ventilação do desvão da cobertura faz-se pela circulação natural do ar nas aberturas existentes para o efeito (5 unidades de 120 mm no corpo maior do edifício, e 2 unidades de 120mm no corpo mais pequeno).

Relativamente à cobertura plana é constituída por 8cm da solução *Leca Mix*<sup>9</sup>, seguida da laje aligeirada com 25cm, uma camada de *celenit ABE*<sup>10</sup> com 15mm, a caixa-de.ar com 15cm e por fim, servindo como isolamento uma camada de *celenit CL/45* com 4cm. O valor de condutibilidade térmica obtido para este tipo de cobertura é de 0.44 W/m<sup>2</sup>°C considerando a situação de fluxo ascendente e 0.41 W/m<sup>2</sup>°C quando se trata de um fluxo descendente.

Analisando agora as paredes exteriores, existem 4 tipos fundamentais de paredes que são: (i) parede constituída pelo sistema *weber therm natura*<sup>11</sup>, com espessura de 5cm, seguido de reboco de cal (5cm), pedra de granito com 20cm e reboco interior de cal com 5cm. O valor de U obtido é de 0.57 W/m<sup>2</sup>°C; (ii) parede com uma camada de *celenit ABE*, seguida de caixa-de-ar de 48mm preenchida parcialmente com *celenit FL/45*<sup>12</sup> com 40mm, pedra de granito com 20cm e reboco de cal com 5cm. O valor de U obtido para este tipo de parede é de 0.55 W/m<sup>2</sup>°C; (iii) parede composta

por pedra de granito com 20cm e reboco interior e exterior de cal com 5cm. Para esta parede o valor de U é de 2.73 W/m<sup>2</sup>°C; por fim (iv) parede formada por uma camada de 7cm de reboco com isolamento de cortiça incorporado, pedra de granito com 20cm e reboco de cal com 5cm, conduzindo a um valor de U de 1.83 W/m<sup>2</sup>°C. Ainda é de notar em todos estes tipos de paredes o sistema de reaproveitamento do reboco demolido para as argamassas.

Por fim a solução executada para o pavimento da cave foi feita em parceria com a SG Weber. Esta empresa estudou várias soluções para argamassas de enchimento e acabamentos. De acordo com os resultados obtidos, chegaram à conclusão que o pavimento deveria ser executado com a solução que apresentou melhores resultados referentes à resistência à compressão (1,76N/mm<sup>2</sup>) e o baixo coeficiente de absorção de água (0,14 kg/m<sup>2</sup>.min.<sup>1/2</sup>). Desta forma foi ultrapassado o desafio presente na solução para o pavimento onde foi adotado a solução de não colocar uma barreira para-vapor (uma vez que esta aumentaria a probabilidade da ocorrência de patologias relacionadas com humidade ascendente). Para a análise a nível térmico do pavimento térreo apenas foram utilizadas as camadas acima do espaço ventilado, mais concretamente a camada de betonilha leve *weber floor light*<sup>13</sup> de 5cm, a camada de 15cm de *Leca*

mix, e ainda uma camada de reboco solto de regularização de 6cm. O valor de U obtido foi de  $0,78 \text{ W/m}^2\text{°C}$  e  $0,70 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , para fluxo ascendente e descendente respetivamente (o pormenor da sua constituição está presente no ponto "sistemas construtivos" do presente artigo).

### PROJETO DE VENTILAÇÃO

Neste projeto de ventilações, os técnicos projetistas tinham como princípio base fazer com que entrasse ar de forma natural e que este, da mesma forma, se renovasse. Assim sendo e começa-se por explicar de que forma são feitas as ventilações na zona do corpo 3 e os compartimentos do cor-

po 1 que estejam no alinhamento do corpo anterior (figura 9). Consta-se então que foi pensado a instalação de tubos pelo pavimento e que esses tubos conduzem o ar – desde a sua entrada no fundo do logradouro – até ao interior dos compartimentos (figura 9). Todas as grelhas de ventilações presentes nos compartimentos serão reguláveis de forma a poder controlar a entrada do ar. Relativamente à forma de conduzir o ar para a zona do corpo principal do edifício, esta será feita através da inclusão de tubos de ar no alinhamento da porta que dá acesso ao logradouro (figura 10) que por sua vez está alinhada com a área técnica do edifício (figura 10). Assim, é nesta mesma área técnica que são incorporados tubos que ligam a todos os compartimentos do edifício e farão conduzir o ar para todas as grelhas reguláveis que es-

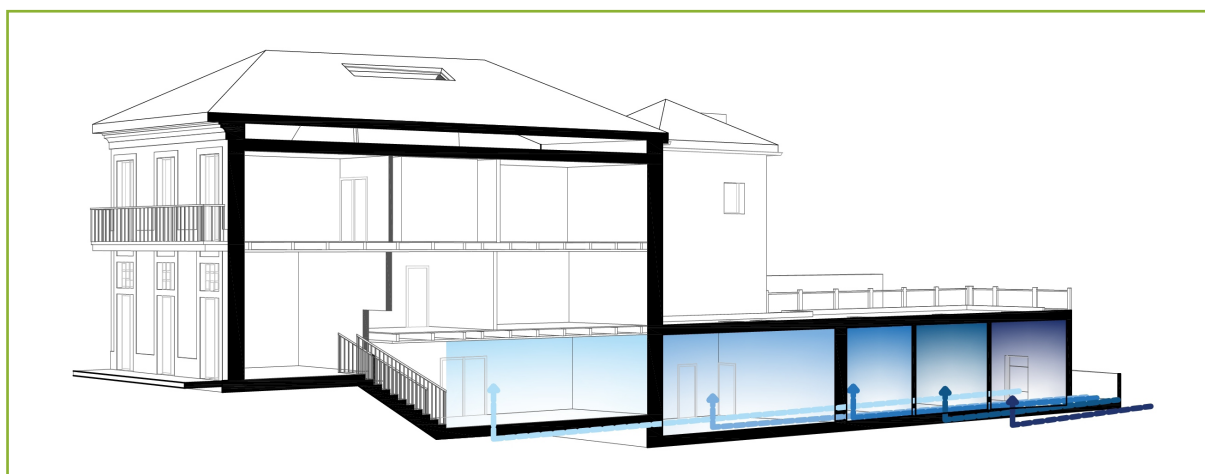


Fig. 9. Funcionamento das ventilações no corpo 3 e compartimentos no seu alinhamento.

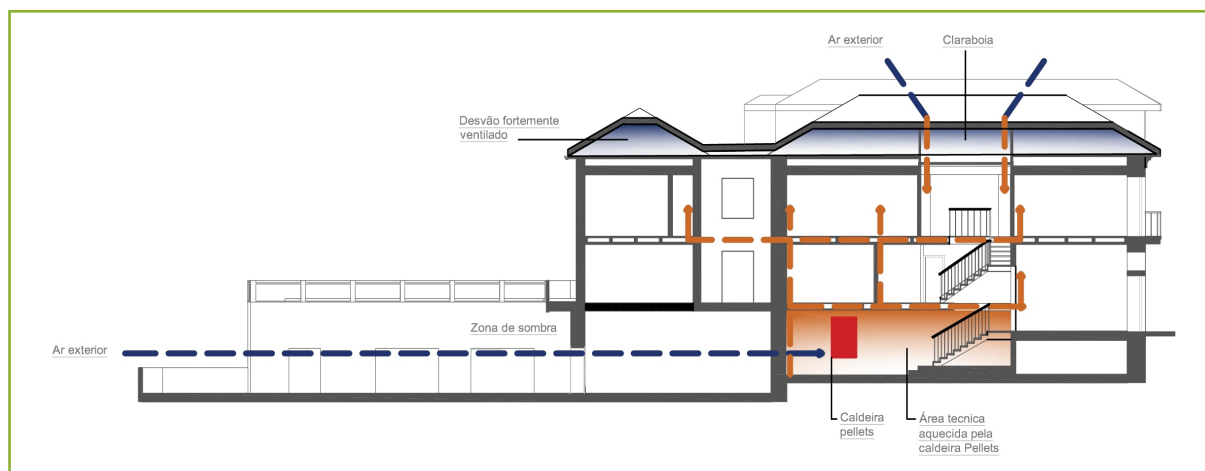


Fig. 10. Funcionamento das ventilações no corpo principal do edifício.

tarão nos pavimentos. De notar ainda que os tubos vão ter a esta área técnica porque lá estará presente uma caldeira de sistema de pellets, o que em épocas de inverno será ligada o que fará aquecer o ar e desta forma o ar que irá para os compartimentos irá aquecer.

A claraboia é também um elemento fundamental e crucial no funcionamento, do edifício e no sistema de ventilações (climatização), tanto na estação de aquecimento, como na estação de arrefecimento. Esta é constituída por uma estrutura metálica com caixa-de-ar, separada por um vidro laminado e por uma parede de tijolo maciço (reaproveitado do edifício) isolada, voltada para o desvão com 10cm de aglomerado de cortiça. O vidro laminado é constituído na face exterior por Planitherm 45 de 6mm, caixa-de-ar com argon 90% de 14mm, e na face interior duplo Planilux com PVB silence 2, o valor do fator solar deste vidro é de 0,41 e o valor de U é de 1,1 W/m<sup>2</sup>°C.

Em termos de funcionamento, a intenção dos técnicos responsáveis é que no inverno, seja feita a entrada de ar a uma cota inferior – pelo desvão fortemente ventilado – e a captação do ar, a uma cota superior. Através de um ventilador é insuflado em todos os compartimentos do edifício, tendo sido dimensionado para 3 renovações por hora. Para controlo da qualidade do ar, foi pensada a colocação de uma grelha oposta a esta parede, a uma cota o mais baixo possível, servindo para ventilação de acordo com as necessidades dos parâmetros previamente estabelecidos – humidade e CO<sub>2</sub>. Como já referido, na área técnica estará instalada uma caldeira a granulado de madeira (pellets), para fazer face aos períodos em que não haja incidência solar. Nessa situação, a claraboia funciona como elemento de permutação, ou seja, o ar interior pré-aquece o ar novo insuflado. No verão (estação de arrefecimento), a claraboia funciona como uma bomba solar. Pelo exterior existe um elemento de ensombramento desenhado para permitir a incidência dos raios solares na parede de trombe. Através do diferencial de temperatura produzido, há entrada e saída de ar, para que assim seja obtida uma ventilação por efeito chaminé. O objetivo é então produzir correntes interiores obrigando o ar a entrar pelos níveis inferiores (logradouro voltado a Norte em zona de ensombramento) e tubagem inserida no pavimento.

## PROJETO DE HIDRÁULICA

O aproveitamento das águas foi pensado de forma a tirar partido das diferenças de cotas que existem neste edifício. Segundo os técnicos responsáveis pelo projeto de hidráulica, o reaproveitamento das águas pluviais e das águas cinzentas foi pensado de forma a serem canalizadas para uma zona técnica no exterior, para posterior utilização nos sanitários, sistemas de rega e arrefecimento da cobertura plana. Ou seja, como se pode observar na figura 11, as águas cinzentas (provenientes dos lavatórios e copa da cozinha) é conduzida até um reservatório situado próximo do alçado frontal, que por sua vez conduz a água até um reservatório localizado no logradouro. Este reservatório primeiro filtra a água e após o seu tratamento é bombeada para o tanque situado na cobertura, desse tanque a água segue para o abastecimento das sanitas, rega e climatização da cobertura plana. Relativamente às águas pluviais, estas serão recolhidas em tubos de queda provenientes das coberturas e encaminhadas para um reservatório situado à cota do piso térreo mais elevado (o mesmo das águas cinzentas). Este reservatório alimenta a zona técnica, anteriormente referida, e permitirá por gravidade, a condução da água excedente através de caixas de visita para o coletor público. Na execução das redes prediais de águas residuais, foram instalados dois coletores, sendo um para águas cinzentas e outro para águas negras. As águas cinzentas como já referido, direcionadas para a zona técnica, e após tratamento, serão lançadas na cisterna onde se efetua a recirculação do sistema de reaproveitamento. Da estação elevatória (cisterna de circulação) eleva-se para a cobertura, onde se instalaram dois reservatórios, estabelecendo-se no primeiro reservatório a prioridade para alimentação dos sanitários e rega, com possibilidade de alimentação pela rede pública, e no segundo reservatório a recirculação com a finalidade de condução através de uma rede de coletores e tubos de queda das águas para a cobertura plana.

O sistema que constitui a camada superior do pavimento da cobertura plana após impermeabilização, foi pensado para permitir a circulação da água, bem como para promover a evaporação, reduzindo a temperatura deste elemento. As águas desta cobertura são recolhidas no ponto mais afastado do local de descarga proveniente da cobertura e conduzidas para uma caleira, a céu aberto, percorrendo todo o

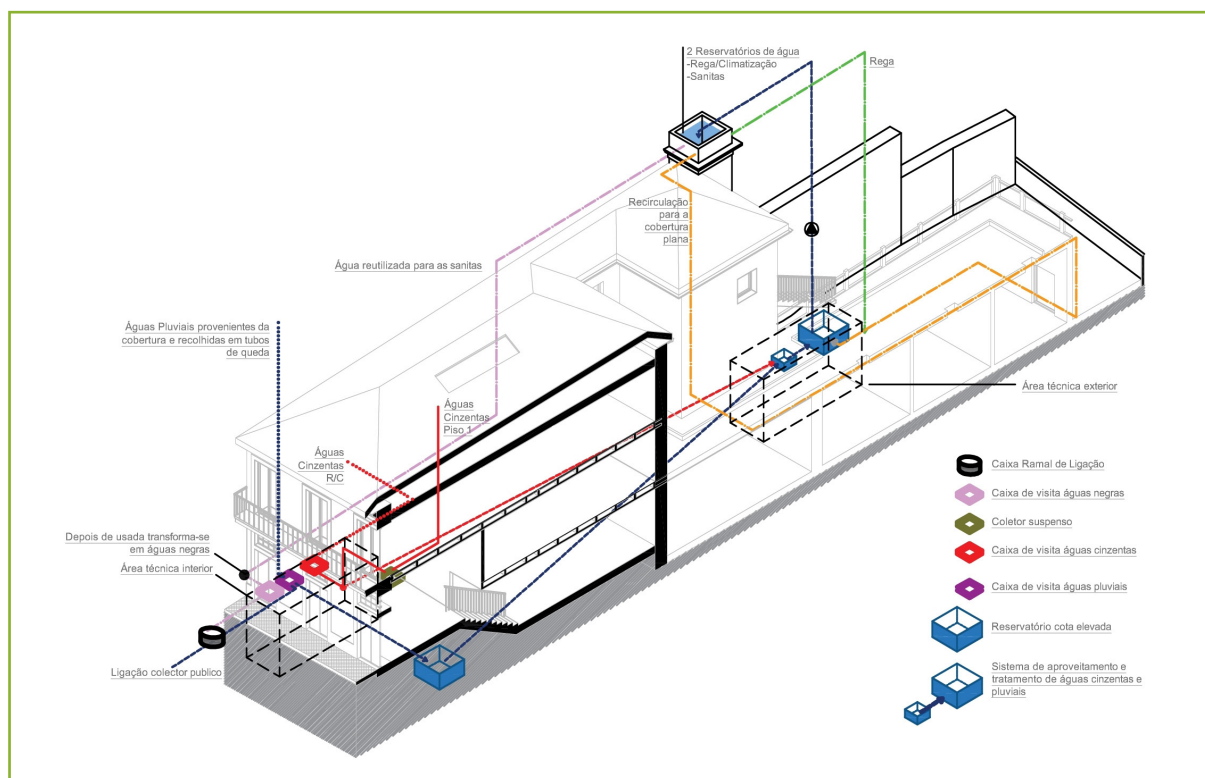


Fig. 11. Esquema representativo da gestão das águas.

perímetro deste corpo e desta forma, encaminhada para a zona técnica, mais propriamente, para a designada caixa de recirculação, estando desta forma encerrado um ciclo.

### SISTEMAS CONSTRUTIVOS ADOPTADOS

Os sistemas construtivos que eram implementados nas obras de construção tradicional em séculos passados, nomeadamente os séculos que enquadram o intervalo de tempo estudado neste artigo, revelam um saber consequente de um aperfeiçoamento de técnicas de construir que perduraram por vários séculos, onde no que respeita a materiais usados se destacam a madeira e a pedra. Designa-se, portanto, por construção tradicional todo o processo de manuseamento e aplicação dos materiais que são deixados como uma espécie de manual para todas as construções feitas até ao início do século XX. Pode-se afirmar ainda que construção tradicional é o resultado de uma relação íntima entre o Homem e os materiais, revelada na capacidade inventiva dos mestres construtores [Freitas, 2012].

De acordo com Joaquim Teixeira (2004), em termos de estrutura resistente a casa Burguesa do Porto é constituída por: (i) paredes de meação (normalmente construídas em alvenaria de pedra de granito ou de aparelho irregular); (ii) estrutura dos sobrados; e (iii) estrutura da cobertura, ambas compostas por vigas em forma de paus rolados em madeira de castanho ou, nos exemplos mais endinheirados, em pinho nórdico. Ele considera ainda que existe uma estrutura secundária e esta é constituída por: (i) paredes das fachadas (que podem ser construídas em alvenaria de pedra, maioritariamente composta de pedras de cantaria em forma de lancis, correspondentes às ombreiras, vergas e para-peitos das aberturas e elementos decorativos); (ii) paredes interiores de compartimentação e da caixa de escadas (em tabique simples ou tabique simples reforçado); (iii) estrutura das escadas; e por fim (iv) estrutura da claraboia.

Como já referido anteriormente, quando se afirma que a reabilitação por si só já é um processo sustentável, e uma vez que o objetivo dos técnicos responsáveis pela obra em caso de estudo passa por respeitar o edifício existente e os

seus sistemas construtivos (como forma também de sustentabilidade), o seu projeto passa por manter estas técnicas tradicionais no edifício, sempre que possível. Posto isto, explicar-se-á de aprofundada cada categoria dos sistemas construtivos executados nesta reabilitação, sabendo à partida que os materiais e sistemas construtivos usados foram pensados com base em princípios de construção vernaculares, e adotados em função do local da sua aplicação, tipo de elemento e sua localização, devidamente compatibilizado com os elementos existentes que se pretendem manter, sem nunca afetar a funcionalidade e durabilidade do conjunto.

### a) Paredes

No que diz respeito às paredes do edifício em estudo, referir-se-á qual o sistema construtivo original e como foram mantidos, e nos casos em que tiverem de ser adaptados, quais as razões e como foram executados. As paredes de meação e as paredes das fachadas em alvenaria de pedra (com espessuras de grande dimensão) formam uma estrutura contínua que assenta sobre o nivelamento determinado para as paredes das fundações – ensoleiramento geral ou elegimento (Teixeira, 2004). Estas paredes à medida que foram evoluindo passaram a ser integralmente construídas em alvenaria de pedra. Com perpianho ou travadouras, assentes em argamassa de cal, areia e saibro, devido a preocupações relacionadas com incêndios que já tinham ocorrido em várias cidades europeias por estas serem construídas em estruturas de tabique. No que respeita aos revestimentos destas paredes, pelo exterior as áreas expostas nas empenas são revestidas a reboco, e pelo interior as paredes de meação são emboçadas e regularizadas com argamassa de cal, areia e saibro, estucadas (executado com uma passagem de pasta de cal que por fim é caiado ou pintado) (Freitas, 2012).

De acordo com Joaquim Teixeira (2004) as paredes das fundações aumentam de espessura, de forma a garantir a melhor descarga dos esforços sobre o terreno, conseguindo obter as profundidades necessárias até encontrarem terreno firme. Devido a isto, a profundidade das fundações está dependente das qualidades do terreno. Na área da cidade

do Porto correspondente ao caso de estudo (São Bento da Vitória), as fundações não precisam de ser muito fundas por se encontrem sobre afloramentos rochosos.

As paredes das fachadas têm uma maior espessura. Uma vez que contêm aberturas de grandes dimensões, garantem a continuidade da estrutura de alvenaria das paredes de meação, servindo de travamento à estrutura dos pisos e de apoio a uma parte da estrutura do telhado, correspondente às tacaniças. Já as paredes das fachadas de tardoz que contêm varandas servem de acesso aos volumes dos sanitários. As paredes das fachadas eram revestidas pelo exterior com rebocos à base de argamassas de saibro e cal, com acabamento estucado e pintado. Pelo interior, estas paredes eram revestidas por rebocos à base de argamassas de saibro e cal, com acabamento estucado e pintado de forma a garantirem a uniformidade interior com as paredes de meação (Teixeira, 2004).

Por fim as paredes interiores, de compartimentação e da caixa de escadas, são construídas em tabique simples. No entanto, enquanto as paredes da caixa de escadas tinham a sua localização limitada ao espaço dos acessos verticais da casa, uma vez que serviam de apoio à estrutura das escadas, as paredes de compartimentação são apenas dependentes da modulação do vigamento, que na ótica de João Appleton (2003) estas paredes poderiam até ter um certo papel no travamento da estrutura uma vez que tinham uma elasticidade. As paredes interiores de compartimentação e da caixa de escadas são revestidas e acabadas da mesma forma que as restantes paredes da casa com as quais forma continuidade (Freitas, 2012).

Relativamente ao caso de estudo, de uma forma geral, a constituição das paredes foi pensada do modo a garantir a total difusão do vapor de água através das camadas constituintes. Para o revestimento de paredes sem características térmicas foram realizados rebocos de cal hidráulica natural (NHL5<sup>14</sup> e NHL3,5<sup>15</sup>) ou de cal aérea em pasta, e rebocos pré-compostos do sistema Reabilita Cal da Secil. Para paredes exteriores orientadas a nascente e a Sul (paredes do alçado posterior cobertura plana), foi pensado um revestimento pelo exterior em cortiça e cal da Weber – sistema weber.therm.natura – de forma a melhorar o isolamento

térmico. Nas paredes orientadas a Sul, do corpo com cobertura plana, como fazem meação com a propriedade vizinha, foram ponderadas forras em Fermacell com isolamento em fibras de madeira. Nas restantes paredes, foram pensados revestimento pelo interior em argamassa doseada em obra com reboco de demolição, cortiça e cal área em pasta.

Pelo que se observa então nas paredes de meação é possível afirmar que estas são em alvenaria de pedra, com espessura de 0.60m, como demonstra a figura 12, serve de apoio como já referido para o assentamento das vigas de

sobrados e encontram-se em condições de conseguirem ser aproveitadas mantendo-se assim o sistema construtivo apenas alterando os seus acabamentos como já referido (figura 13). As paredes de fachada (frontal e tardez) como referido anteriormente são em alvenaria de pedra e tem uma maior espessura (0.70m), e no exemplo do alçado frontal contém três aberturas como ilustra a figura 14 (alçado de tardez figura 15). As paredes interiores e as paredes das escadas executadas em tabique simples (figura 16 e 17) – paredes com 0.11m de espessura (figura 18) – também serão aproveitadas em termos do seu sistema construtivo



**Fig. 12.** Fachada principal do edifício com exemplo da parede de meação com o edifício vizinho à esquerda da porta de entrada. **Fig. 13.** A mesma parede de meação vista de dentro, com revestimento retirado até à alvenaria de pedra. **Fig. 14.** Fachada principal. **Fig. 15.** Fachada Posterior. **Fig. 16.** Parede interior de tabique simples. **Fig. 17.** Parede interior de escada de tabique simples.

assim como a sua localização de forma a aproveitar o posicionamento e espaçamento entre as vigas de piso e serão rebocadas pintadas. No que respeita as paredes do piso -1 (paredes de granito e algumas de tijolo novas), serão revestidas a placas de celenit. As paredes de fachada serão revestidas a cal hidráulica como já referido (figura 19).

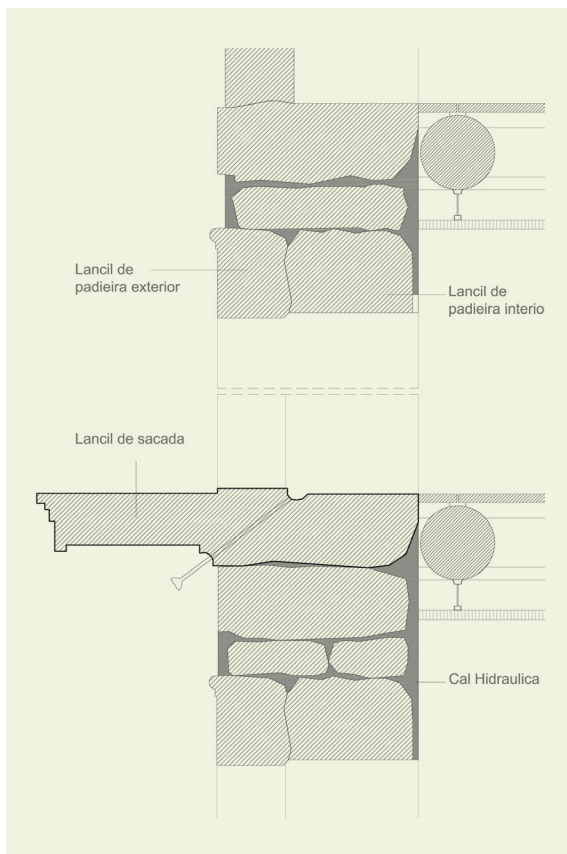


Fig. 18. Pormenor parede de tabique simples.

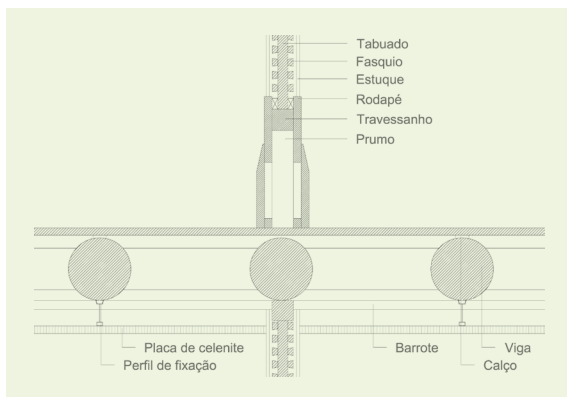


Fig. 19. Pormenor de parede exterior.

## b) Sobrados/Pavimentos/Tetos

Relativamente aos pavimentos dos pisos térreos, estes segundo Appleton (2003) apresentam uma constituição bastante simples, em que geralmente era constituída por terra batida, ou enrocamentos de pedra, sobre a qual se aplica uma camada de revestimento em lajeado de pedras, ladrilhos ou até tijoleiras cerâmicas e/ou sobrado de madeira. A estrutura dos sobrados é constituída por vigaamento em forma de paus rolados, espaçados entre si cerca de 0,50m a 0,70m, apoiados nas paredes de meação, como era usual nas construções antigas da época de construção deste edifício. Este vigaamento é seguro por tarugos, afastados cerca de 1,5m entre si, travados nas paredes das fachadas (Teixeira, 2004).

*Os paus rolados apresentam-se aparados ou falqueados em duas faces, para receberem os revestimentos do pavimento e do tecto, podendo nalguns casos, junto às paredes das fachadas, serem utilizadas vigas falqueadas em quatro faces. Antes da sua colocação, os topos das vigas eram pintados com tinta de óleo, xarcão ou alcatrão, para a sua protecção.* (Freitas, 2012, p.43)

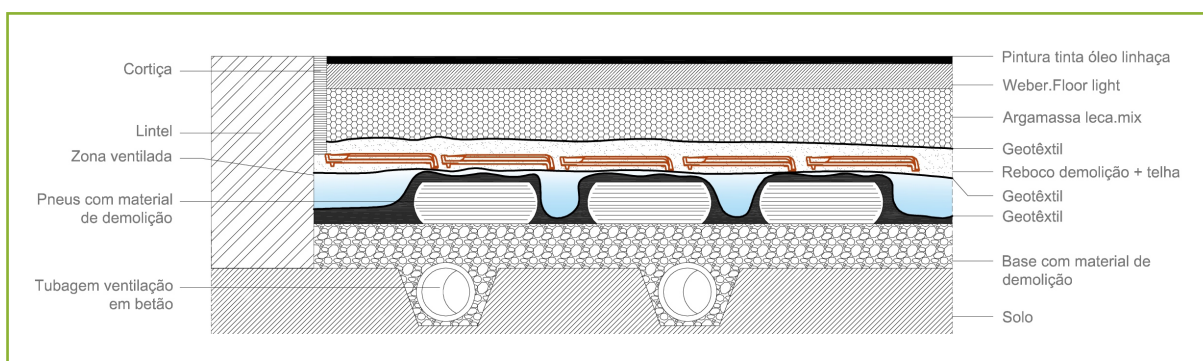
Joaquim Teixeira (2004) afirma em relação aos acabamentos dos pisos dos sobrados estes eram constituídos por tábuas de soalho com cerca de 3cm de espessura. No "Manual de Apoio ao Projecto de Reabilitação de Edifícios Antigos" (2012) é referido que nos pavimentos na sua forma de execução tradicional nas tábuas de soalho, depois de assentes, unidas por encaixe "macho-fêmea" e pregadas ao vigaamento, eram afagadas manualmente para que desta forma se obtivesse uma superfície uniforme. Mais tarde eram enceradas para aumentar o seu embelezamento e principalmente para garantir a sua protecção e conservação. Os tetos são estucados com motivos decorativos, através de uma estrutura formada por ripas trapezoidais de pequenas dimensões – fasquios – espaçados entre si pela espessura de um dedo e eram pregados aos paus rolados. Posteriormente era aplicada uma primeira camada de argamassa à base de saibro e cal, uma segunda camada de areia fina e cal. Por fim eram feitos os motivos decorativos.

Para introduzir um vão de escadas ou claraboia nestes edifícios, recorria-se à utilização de cadeias (vigas longitudi-

nais apoiadas nas vigas existentes) que definem o vão, e chincharéis (vigas de menor comprimento), que garantem a continuidade do vigamento existente. A caixa de escadas é um espaço interior de grande importância, sendo tradicionalmente uma escadaria de dois lanços, com um patamar a meio, onde se encontra no cimo uma claraboia, que iluminava e ventilava os espaços interiores da casa. A estrutura das escadas é composta por duas ou três vigas pernas, conforme a largura dos lanços, apoiadas nas cadeias dos patamares de piso e dos patamares intermédios, formados por cadeias e chincharéis. É sobre as vigas pernas que assentam os espelhos e cobertores dos degraus (Teixeira, 2004).

No que diz respeito ao caso de estudo, os pavimentos térreos mesmo sendo constituído por terra batida revestida por lajeado de pedras em alguns locais terão de ser alterados e reconstruídos através do aproveitamento de material resultante da demolição e com material natural sem impedimento à difusão do vapor de água, e foram desenvolvidos em colaboração com o laboratório da SG Weber

usando materiais da própria marca. De forma a cumprir os seus pressupostos de sustentabilidade de aproveitamento de materiais já usados, este sistema, ilustrado na figura 20 passa pela abertura do mesmo, reaproveitando a terra removida para logradouro ajardinado. É colocada uma base com resíduos da demolição das estruturas de betão armado, onde serão colocados pneus, formando espaços entre si, preenchidos com resíduos do mesmo tipo da base. Posteriormente é colocada uma manta geotêxtil, argamassa de NHL5 com reboco, recuperado das demolições dos rebocos interiores, ao traço em volume 1:5. Por cima, é colocada uma manta geotêxtil para proteção das bolsas de ar, reforçada com telha da cobertura e regularizada com os rebocos resultantes das demolições das paredes interiores. Por fim leva uma camada de argamassa de leca com NHL5 com adição de ligante hidráulico (Leca mix) e como camada de regularização recorrendo-se à solução weber.floor.light. Esta sequência de processos é ilustrada nas figuras 21 a 24.



**Fig. 20.** Solução adotada para laje de pavimento da cave.

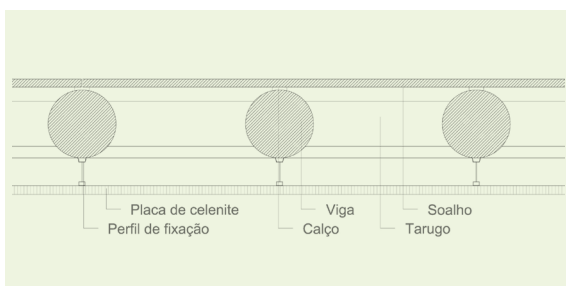


**Fig. 21.** Pneus aplicados com o cascalho no seu interior. **Fig. 22.** Manta geotêxtil a cobrir os pneus. **Fig. 23.** Telhas a fazer a caixa-de-ar e terra a cobrir. **Fig. 24.** Pneus enchidos a betonilha pronto a ser aplicado o pavimento final.

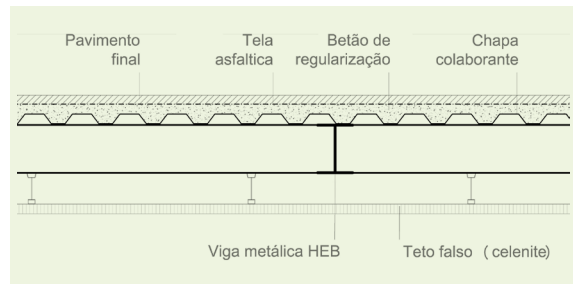


**Fig. 25.** Reforço de paredes através de vigas metálicas. **Fig. 26.** Laje colaborante a substituir a antiga laje de betão armado. **Fig. 27.** Corpo do edifício no alçado posterior com o vigeamento todo substituído. **Fig. 28.** Revestimento do pavimento a soalho. **Fig. 29.** Revestimento do teto a celenite.

Nos pavimentos dos restantes pisos, estes são feitos da mesma forma do original. Várias vigas estruturais ainda garantiram condições de segurança, apenas com substituição pontual, à exceção do corpo do edifício mais a sul (corpo 2) em que foi necessário a sua substituição integral. No entanto a substituição foi feita de em sistemas construtivos distintos entre o piso de rés-do-chão e o piso 1. No rés-do-chão uma vez que esse corpo a sul (corpo 2) continha também uma cobertura acessível, que como referido anteriormente foi executada nas alterações de 1929, que estava em mau estado de conservação como referido anteriormente, este foi executado com estrutura metálica de reforço a paredes e lajes como se verifica nas figuras 25, sendo a antiga laje de betão substituída por uma laje metálica colaborante (figura 33) em que a sua constituição está ilustrada na figura 26. No piso 1º pavimento foi executado da forma tradicional (figura 27), tendo levado vigas estruturais em toda a volta das paredes de forma a reforçar a estrutura e de seguida foram aplicadas as vigas espaçadas entre si – como ilustra o pormenor construtivo (figura 32) com a mesma modelação das existentes no resto do edifício, para de seguida serem revestidas a soalho no pavimento e a “celenite” no revestimento do teto (figuras 28 e 29).



**Fig. 30.** Pormenor da Laje de piso a aplicar.



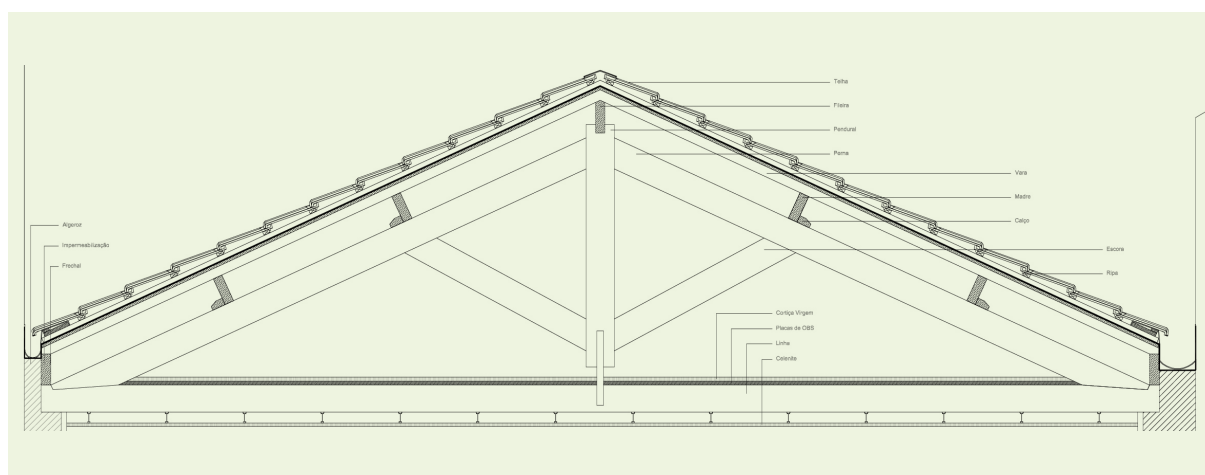
**Fig. 31.** Pormenor laje colaborante.

### c) Cobertura

*Pode-se dizer que, salvas raríssimas exceções, até meados do século XIX, as casas do Porto (mesmo já as velhas casas estreitas e altas de tabique, dos bairros da Sé e da Vitória) têm telhados de quatro águas. De telha caleira portuguesa – o que significa que os oitões terminam horizontalmente, na mesma linha do beiral. Nas casas mais estreitas, esse telhado é tão baixo que não permite o aproveitamento do seu vão para qualquer sótão. (Oliveira, 1992, p.350).*

A estrutura do telhado é constituída por asnas, apoiadas nas paredes de meação, espaçadas entre si cerca de 3m, sendo este ritmo ser interrompido pela incorporação da claraboia. Estas estruturas são compostas por linha, pernas, pendural e escoras. A unir as asnas existem contra frechais, as madres e o pau de fileira e sobre estas vigas é pregado o varedo, com um espaçamento de 50cm, e sobre este ripado vão assentar as telhas (Teixeira, 2004).

Estas estruturas são então constituídas por uma armação simples de duas barras ou pernas, dispostas em forma de



**Fig. 32.** Exemplo de cobertura típica da época e existente no caso de estudo.

tesoura, apoiadas numa viga transversal, ou linha que desta forma se apoia nas paredes de meação como ilustra a figura 34. As armações são frequentemente travadas transversalmente por outra barra de menor dimensão – nível – apoiada nas pernas da tesoura por encaixe na madeira. Na transição das vertentes principais com tacaniça existe o rincão que se apoia na fileira e no contrafrechal localizado entre as paredes das fachadas. Todas estas barras que compõem a armação são iguais às vigas estruturais dos sobrados (paus rolados). Por fim sobre esta estrutura são pregadas as varas de madeira de menor dimensão em relação as barras, aparadas em duas faces na qual esta pregado longitudinalmente o tabuado de guarda-pó, sendo nele finalmente pregado um ripada de suporte às telhas (Freitas, 2012). Em relação à claraboia eram retangulares contendo os seus lanternins, que se localiza no plano das águas da cobertura. Pelo interior, a claraboia era revestida de igual forma às paredes interiores da casa.

Mais uma vez, o edifício em estudo vai de encontro ao que era normal na época de construção do mesmo. A cobertura é então de quatro águas, com uma estrutura igual ao descrito anteriormente, onde foi possível aproveitar grande parte dos elementos originais, apenas substituído pontualmente em zonas onde existiram infiltrações e por isso degradou os mesmos, como ilustram as imagens seguintes (figura 35), apenas com exceção do corpo 2 onde teve de ser feita de novo (figura 36). O teto falso possui caixa-de-ar com estrutura de aço e placas de Celenit (fibras de madei-

ra com ligante hidráulico colorido). O revestimento é feito em telha marseilha e os revestimentos da laje de cobertura incorporam cortiça natural, indo de encontro ao princípio de utilizar materiais naturais, como já referido, de forma a cumprirem os pressupostos estabelecidos pelo engenheiro. O desvão não utilizável e fortemente ventilado é pensado para receber o isolamento no seu elemento horizontal e membranas permeáveis ao vapor de água como elementos subtelha para desta forma impedir a entrada de água. A claraboia terá também um papel importantíssimo nos sistemas sustentáveis pensados para a obra, uma vez que está pensada de forma a incorporar uma parede de trombe aproveitando para isso os tijolos maciços das paredes demolidas, para que sirva não apenas de iluminação mas também para que faça parte de um circuito de ventilação e conforto térmico, explicado anteriormente (figura 37).



**Fig. 33.** Exemplo de estrutura com elementos novos e antigos juntos.



Fig. 34. Estrutura corpo 2 toda refeita na íntegra.

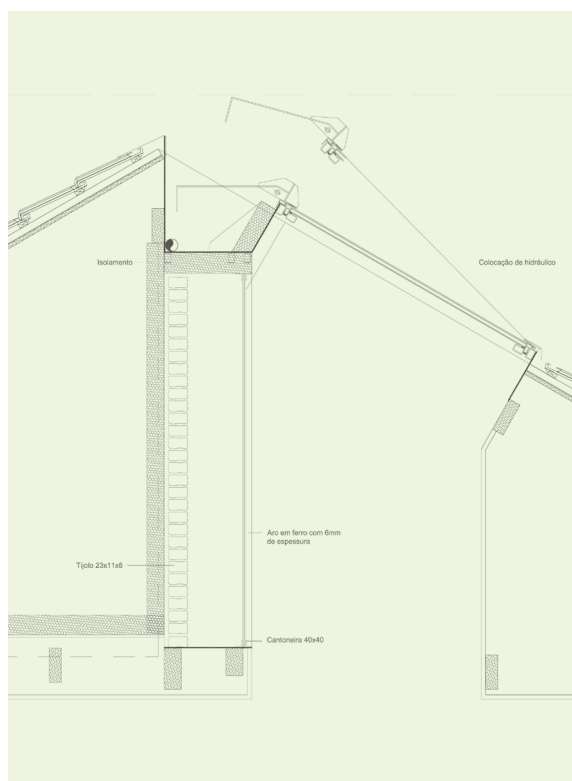


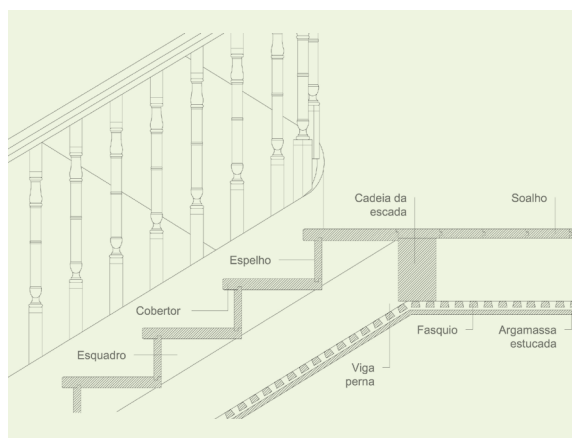
Fig. 35. Pormenor claraboia com parede de trombe.

#### d) Diversos

Neste ponto são considerados como "diversos" os sistemas construtivos que dizem respeito a escadas e acabamentos como caixilharias, beirados e também algerozes. Começam pelas escadas interiores, elas fazem o acesso entre o

rés-do-chão e o piso 1 desta habitação, sendo de dois lanços. De referir que a escada deste edifício foi alterada em 1929, tornando-se impossível relatar como seria a escada original da construção, embora supondo que a única coisa que alterou foi a sua localização de encostado a uma parede de meiação, para o centro da habitação. Existe também uma escada que faz o acesso da cota de entrada para o piso de rés do chão, uma vez que este edifício contém na sua entrada um piso intermédio de distribuição para a cave ou o rés-do-chão, como já referido na caracterização do edifício.

Para a construção de uma escada estabelece-se uma interrupção no vigamento dos pisos, sendo necessário recorrer à utilização de cadeias e chincharéis. Como é ilustrado na figura 38 que retrata como é constituída uma escada, o lanço da mesma é constituído por três pernas. Estas vigas perna apoiam-se por entalhe nas cadeias do patamar de piso e do patamar intermédio respetivamente. Os patamares são, por isso, constituídos por cadeias e chincharéis. As cadeias dos patamares de piso apoiam-se no vigamento desse piso, e as cadeias do patamar intermédio apoiam-se na estrutura da parede da caixa de escadas. Por fim os chincharéis dos patamares de piso e dos intermédios encontram-se apoiados em cadeias ou caso a escada se encontre numa lateral, apoiada numa parede e meiação. Em relação aos revestimentos da escada, sobre as pernas da mesma são pregadas tabuas em forma de esquadro, de forma a receberem os cobertores e os espelhos. Os cobertores e os espelhos são em tábuas de madeira com espessuras a rondar os 2cm e 4cm e unem-se em sistema macho-fêmea. Tanto os patamares como os lanços são, pelo interior, revestidos a fassquiado de forma a receber a argamassa de acabamento a estuque. Pelo exterior, as laterais voltadas para a bomba da escada são revestidas por tábuas de madeira. Pela parte inferior dos lanços, o remate é feito por uma guarnição e o acabamento é executado em estuque. No lado oposto é revestido pelo rodapé (Freitas, 2012). Ainda em relação à escada existente (figuras 39 e 40) a sua estrutura está em relativo bom estado, sendo que será aproveitada, porém os seus acabamentos/revestimentos já não se encontram com condições de serem aproveitados. No entanto os técnicos responsáveis pela obra vão manter o seu sistema fiel ao original reconstruindo a escada com as mesmas características iniciais e explicadas anteriormente.



**Fig. 36.** Pormenor construção de uma escada.

Em relação a caixilharias, e começando pelas exteriores, encontramos dois tipos de elementos: (i) portas; e (ii) janelas. Ainda de referir que como se comprova na figura 41, existem lancis de pedra em volta de todos os elementos (portas e janelas), que era uma característica comum a todas as casas desta época.

Relativamente às portas e janelas que compõem a fachada, estes originalmente eram construídos em madeira. No entanto no edifício encontra-se a nível do rés-do-chão á caixilharia em alumínio, fruto da alteração feita em 1929 para o licenciamento da padaria Aliança. No entanto, de forma a preservar a imagem do edificado da rua e respeitando o seu

passado, o Engenheiro Ricardo Santos e a Arquiteta Diana Barros, estabeleceram uma reformulação do desenho e do material dos vãos de iluminação, ao nível do piso térreo no alçado frontal, visando a substituição da porta e janela de alumínio por outras de caixilharia de madeira, da mesma cor [vermelho escuro] da porta de madeira existente e a manter, como é referido na memória descritiva de arquitetura.

Segundo referido na memória descritiva, a porta lateral de acesso ao espaço do piso 0 que se encontra à cota da Rua São Bento da Vitória, assim como, ao piso -1, adota o desenho e material da porta existente de acesso ao piso 0 e piso 1, sendo o desenho proposto para a porta central que dá acesso aos mesmos pisos (piso 0 e piso -1) mais despojado. O desenho proposto pela Arquiteta justifica-se pelo facto de haver ideia para que haja uma maior entrada de luz natural no espaço, devolvendo a verdadeira dimensão do vão, atualmente transformado numa janela fixa em caixilharia de alumínio e que servia de montra da antiga padaria, e respeitando as proporções da caixilharia das janelas de sacada superiores. Assim é proposto pelos técnicos responsáveis que haja uma supressão das caixilharias atuais em alumínio, dissonantes da imagem do conjunto do edifício.

Por fim fazendo uma reflexão sobre os algerozes nesta época eram elementos fundamentais nos telhados. A sua função é recolher as águas das vertentes, de forma a con-



**Fig. 37.** Estrutura das escadas com 3 vigas perna. **Fig. 38.** Escada de 2 lanços. **Fig. 39.** Exemplo dos lancis de pedra em torno de todas as aberturas na fachada principal.

duzi-las para os tubos de queda. Estes algerozes localizados sobre as paredes de meação evitavam assim que a água penetrasse dentro das habitações dos vizinhos, como mostra a figura 42. Os primeiros algerozes sobre as paredes de meação eram normalmente executados em telha caleira, sendo que mais tarde passou a ser usado o zinco. Já as águas das tacaniças, como ilustra a figura 43 eram escoadas diretamente para a rua, através do beirado, quando ainda não era uma prática comum o uso de caleiras. Um beirado é constituído por três fiadas de telha vã sobrepostas. A primeira fiada constituída por telhas de maior dimensão (telhões). A dimensão destas telhas permite projetar a água para a rua o mais longe possível, uma vez que nesta época ainda não estava legislado o uso de caleiras para recolha de águas pluviais. Mais tarde quando foi imposta legislação para o uso de caleiras de forma a recolher as águas pluviais, as fachadas começaram a incorporar no seu beirado então as caleiras e os respetivos tubos de queda. Estas primeiras caleiras eram executadas em ferro zincado na maior parte das vezes chumbadas na parede através de escâpulas no plano das cimalkhas. Os tubos de queda normalmente eram executados em ferro fundido ou em chapa de ferro zincada (Freitas, 2012).

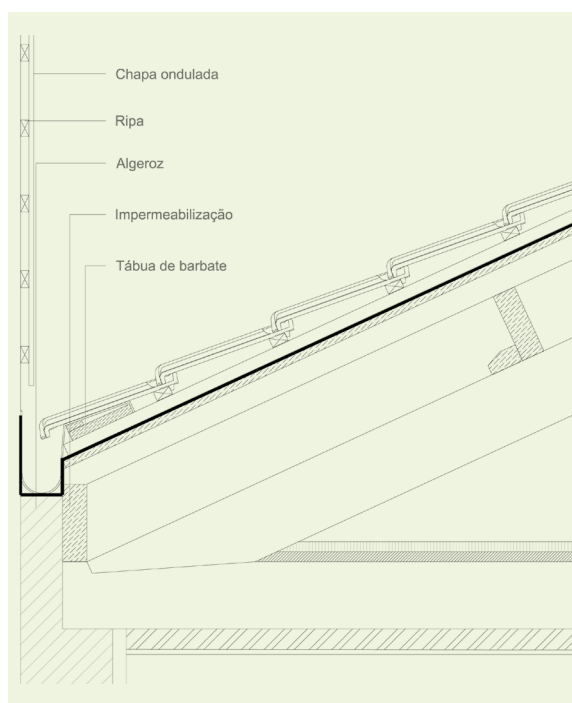


Fig. 40. Pormenor do algeroz.

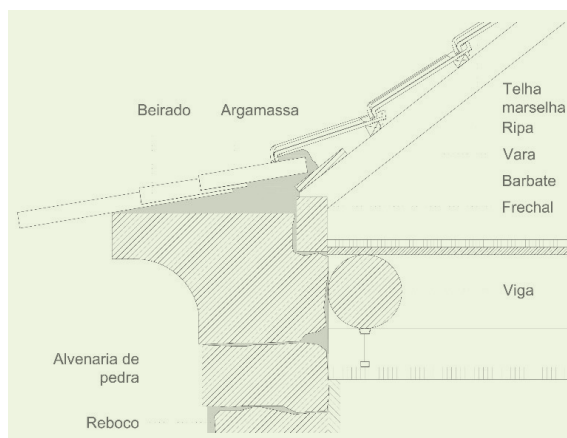


Fig. 41. Pormenor de beirado.

Todas estas características são, portanto, o que se encontra na obra em caso de estudo, e os responsáveis pela obra não vão fazer alterações, reabilitando apenas os elementos que se encontrarem degradados de forma a respeitar o existente e a imagem da rua como uma unidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise da evolução histórica da cidade e do seu edificado, nomeadamente as habitações burguesas, percebe-se o quanto estas foram importantes e o quão marcaram a cidade tendo um papel fundamental na caracterização da sua imagem. Pode-se afirmar, portanto, que estes edifícios são a memória de um espaço de tempo marcado por grandes expansões e momentos importantes da cidade do Porto. Por outro lado, marcaram também uma sistematização da forma de construir e mesmo com as evoluções que decorreram entre os séculos XVII e XIX – embora não existindo regras para a preservação – existiu sempre um cuidado de manter uma imagem do edificado da rua. Desta forma resultou um processo de formas de construir, idênticas, que sucessivamente repetida, marca uma imagem e cria uma cidade com uma forte identidade. Daí se ter tornado nos dias de hoje, num fator de grande importância, os cuidados de preservação a ter na reabilitação e adaptação destes mesmos edifícios às exigências de hoje e às formas de vida atuais. Para isso, foi importante, analisar e caracterizar um objeto de estudo – Edifício “Padaria” na Rua de São Bento da Vitória – para assim, avaliar a necessidade e âmbito da intervenção.

Relativamente ao objetivo de sintetizar os conhecimentos atuais de reabilitação e de sustentabilidade na construção civil, foi elaborado um estudo sobre as premissas da reabilitação e critérios da sustentabilidade. Deste estudo conclui-se que a reabilitação nos dias de hoje deve ser pensada como muito mais do que manter uma fachada e mudar completamente os interiores dos edifícios. A reabilitação do edificado existente deve ser compreendida como algo de grande responsabilidade, uma vez que no fundo, estamos a reabilitar o património herdado de gerações passadas e a história que os próprios edifícios carregam em si. Pode-se mesmo afirmar que o grande objetivo da reabilitação não é mais do que prolongar o tempo de vida de um edifício. Para isso e antes de qualquer intervenção deve-se ter em conta aspetos como o respeito pela imagem do edificado existente, dos seus usos e sistemas construtivos. Por isso deve-se salvaguardar a possibilidade do edifício poder voltar às suas características originais após uma intervenção. Retira-se também deste estudo que a própria reabilitação pode ser encarada como um processo sustentável, uma vez que no fundo trata-se da reutilização de algo já existente em vez de ocupar mais território. Se aliado a tudo isto, numa intervenção ainda for possível incorporar outras ações/estratégias como a reutilização dos materiais demolidos, fazer um reaproveitamento das águas, ventilações naturais e sempre que sejam necessários novos materiais, adotar materiais naturais e sistemas construtivos que não entrem em conflito com o existente, pode-se obter um edifício com um aproveitamento ótimo e sem ser intrusivo num conjunto de edificado de uma cidade, fazendo com que os edifícios moribundos possam prolongar o seu tempo de vida, e fazer deles mesmos oportunidades e desafios para explorar a criatividade em várias vertentes.

Foram apresentados também os sistemas construtivos mais comuns em edifícios destes séculos [XVII, XVIII e XIX] fazendo o paralelismo com os sistemas construtivos originais da obra, de forma a concluir que estes podem ser mantidos da mesma forma, alterando apenas os acabamentos, para assim poderem garantir melhores níveis de conforto no edifício. Os técnicos procuraram ir de encontro aos seus critérios base de reabilitação e sustentabilidade. Aliando estas bases ao gosto pela reabilitação, e ao facto de terem encarado esta intervenção como um desafio. Daí resulta-

ram sistemas construtivos não intrusivos com os existentes, de onde se destacam as seguintes características previstas pelos técnicos: (i) aproveitamento dos elementos estruturais em bom estado; (ii) os resíduos dos materiais demolidos serão aproveitados para novas funções na obra ou para obras futuras; (iii) sempre que necessário a adoção de novos materiais, são preferencialmente naturais; (iii) os sistemas construtivos são sempre que possível iguais aos originais; (iv) em algumas áreas são pensados sistemas construtivos com adaptações, de forma a incorporarem estratégias de sustentabilidade para garantirem melhor conforto no edifício; e (v) são realizados sistemas de gestão de águas e aproveitamento de ventilações naturais. Assim é possível afirmar que esta intervenção ficou próxima do "state of the art" da reabilitação sustentável uma vez que cumpriu praticamente todos os critérios base da reabilitação e da sustentabilidade apresentados neste artigo. No entanto existem alguns fatores que não permitem que sejam cumpridos todos rigorosamente, como não ter sido possível evitar completamente os aparelhos mecânicos no sistema de gestão das águas - para garantir que os sistemas adotados funcionam corretamente e evitar acidentes futuros é necessário aplicar bombas de água - nas ventilações - foi necessário aplicar um aparelho mecânico de ventilação na cobertura - e também as resinas de tratamento das fissuras das paredes para garantir maior segurança não foram usadas resinas naturais mas sim resinas químicas.

Assim conclui-se que este edifício constitui um contributo para os pressupostos da sustentabilidade, assente nos seus três pilares: social, económico e ambiental. Relativamente à dimensão ambiental, esta intervenção procurou fazer com que o edifício se tornasse num exemplo da viabilidade prática de reabilitar e criar um edifício que não tenha um impacto negativo no ambiente. Para este objetivo destaca-se o facto de transformar este edifício de um ciclo fechado na utilização de recursos naturais (extração-utilização-reutilização-reciclagem) para que se torne num edifício tendencialmente autossuficiente. São particularmente relevantes: o reaproveitamento dos elementos pré-existentes (mesmo no caso de demolições), e o uso de técnicas de design passivo. O pilar económico reflete-se na redução de custos inerentes à utilização de meios mecânicos de climatização e de consumo de água. Neste aspeto é ainda relevante

a economia associada à reutilização criteriosa dos materiais pré-existentes. Por fim no que respeita ao pilar social, o processo de reabilitação aqui descrito respeita e preserva a identidade da cidade na medida em que se conserva as principais características físicas originais, mas também pela sua reocupação com um programa compatível com a estrutura pré-existente e integrado na dinâmica social da cidade. Entendemos ainda, que mais importante que cada um dos aspetos atrás referidos, per si, é a sua conjugação num caso, que por ser prático e efetivo contribuí para superar os frequentes bloqueios (sumariamente enunciados na introdução) inerentes à aparente contradição entre sustentabilidade ambiental e económica e entre os princípios gerais de sustentabilidade e a intervenção prática e circunstancial.

Contudo, no caso da intervenção que aqui apresentada não pretende de forma alguma constituir um padrão comum na reabilitação de edifícios antigos, uma vez que cada caso é particular e como tal deverá merecer uma atenção detalhada relativamente à sua própria especificidade. Ou seja, cada edifício tem as suas próprias especificidades como a localização, implantação, forma do terreno onde está inserido, as suas características originais e o seu estado de conservação. Desta forma o que é pretendido, é apenas sensibilizar para a preocupação com a sustentabilidade na construção, e com isso encorajar os técnicos às práticas de projeto de reabilitação como uma oportunidade incentivando-os a explorar todas as potencialidades que os edifícios degradados ainda nos podem dar assim como valorizar o papel que os mesmos ainda podem ter nas nossas cidades e nas nossas vidas.

## CONSIDERAÇÕES E DESENVOLVIMENTOS PARA O FUTURO

Com o trabalho de investigação feito e com os resultados obtidos, tenciona-se: (i) alertar para a necessidade de inverter a realidade que tem regulado as intervenções de reabilitação, ainda muito centrada em ações “fachadistas”; (ii) despertar para a urgência de garantir a salvaguarda da herança patrimonial e ambiental aqui estudada, para que esta seja transmitida às gerações vindouras, com autenticidade; e (iii) Analisar este caso de estudo como uma forma de boas práticas.

Foram abordados ainda alguns aspetos relevantes para a temática da dissertação que por diferentes motivos não puderam ser retratados no presente trabalho e por isso são deixados como reptos para futuros trabalhos a desenvolver:

- > Seria interessante, o desenvolvimento de um estudo que permitisse a elaboração de fichas de todos os custos de trabalhos de uma reabilitação tradicional e a reabilitação sustentável de forma a comparar orçamentos.
- > Seria interessante, desenvolver um estudo sobre os valores do retorno económico que as estratégias/ações de sustentabilidade utilizadas no presente caso de estudo refletem no investimento da intervenção.
- > Seria interessante, desenvolver fichas síntese do tipo *check-list* para a metodologia apresentada, tendo por base as especificidades da reabilitação de edifícios antigos, e posterior aplicação prática a um caso.

Conclui-se assim citando Hélder Pacheco (1998, p.197):

*A resposta parece óbvia: a revivificação dos centros históricos não significa alargar às actividades humanas a função museológica com que se complementavam os elementos materiais (edifícios e espaços). (...) Pelo contrário, impõem-se a experimentação de formas de conjugar o novo e o antigo, de desenvolver a permanência mas também a mudança e um sem-número mais de subtilidades que conduzam à verdadeira solução do problema colocado pelo repto de manter o espírito de uma cidade [...].*

## BIBLIOGRAFIA

### Livros/Revistas:

- AA.VV.** (2001). *A Green Vitruvius: Princípios e Práticas de Projecto para uma Arquitectura Sustentável*. 1ª Edição. Lisboa, Ordem dos Arquitectos.
- Appleton, J.** (2003). *Reabilitação de edifícios antigos: Patologias e tecnologias de intervenção*. 1ª Edição. Amadora, Edições Orion.

**Douglas, J.** (2006) *Building Adaptation*. 2ª Edição. Edinburgh, Butterworth-Heinemann.

**Freitas, V. et al.** (2012). *Manual de apoio ao projeto de reabilitação de edifícios antigos*. Porto, OERN.

**Morin, E. et al.** (2003). *Educar na Era planetária: O pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana*. São Paulo, Cortez, Brasília: UNESCO.

**Pacheco, H.** (1998). *Porto: da Outra Cidade*. 1ª Edição. Porto, Campo das Letras.

Teixeira, J. (2004). *Descrição do sistema construtivo da casa burguesa da Porto entre os séculos XVII e XIX. Contributo para uma história da construção arquitectónica em Portugal*. Provas de aptidão pedagógica e capacidade científica. Porto, Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto.

### Artigos:

**Appleton, J.** (2009). *Renovar com Sustentabilidade: Reabilitação Sustentável*. (Em Linha). Disponível em <<http://www.lidera.info/resources/ProfJoaoAppleton.pdf?phpMyAdmin=77d31a787ce126bb305b5b4b9dcec31c>> [Consultado em: 05-06-2015]

**Barbosa, R.** (2009). *Reabilitação Sustentável de Edifícios Industriais – O caso da zona industrial do Bairro de Alvalade*. (Em Linha). Disponível em <[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139426920/RitaBarbosa\\_Dissertacao\\_Dezembro2009.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139426920/RitaBarbosa_Dissertacao_Dezembro2009.pdf)> [Consultado em: 29-04-2015]

**Duarte, M.** (2007). *Reabilitação Sustentável de Edifícios Industriais: Estratégias de Design Bioclimático para o Complexo de Miraflores*. Lisboa, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa.

**Durão, C.** (2013). *Reabilitação sustentável – Introdução de Metodologias e Estratégias Sustentáveis – Projecto de Arquitectura Sustentável*. (Em Linha).

Disponível em <<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5835/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Reabilita%C3%A7%C3%A3o%20Sustentavel.pdf>> [Consultado em: 21-03-2015]

**Guedes, M.** (2000). *Thermal Comfort and Passive Cooling Design in Southern– European Office Buildings*. Faculty of Architecture, University of Cambridge.

**Lopes, T.** (2010). *Reabilitação Sustentáveis de Edifícios de Habitação*. (Em Linha). Disponível em <[http://run.unl.pt/bitstream/10362/4138/1/Lopes\\_2010.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/4138/1/Lopes_2010.pdf)> [Consultado em: 20-05-2015]

**MCMF – Imobiliária, S.A.** (2014). *Memória Descritiva do Projeto de Arquitectura*. Porto, MCMF – Imobiliária, S.A.

### Pesquisas na Internet:

Argamassas Secil. (Em linha). Disponível em <<http://www.secilargamassas.pt/pt>> [Consultado em 15/10/2015].

Celenit. (Em linha). Disponível em <<http://www.ecoplac.pt/marcas/celenit/sobre-a-celenit>> [Consultado em 15/10/2015].

Clube de Roma. (Em linha). Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/170507929/John-Coleman-0-Clube-de-Roma>> [Consultado em 18/06/2015].

Cradle to Cradle. (Em linha). Disponível em <[http://www.wipo.int/wipo\\_magazine/en/2009/02/article\\_0010.html](http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2009/02/article_0010.html)> [Consultado em 18/06/2015].

Leca da Secil. (Em linha). Disponível em <<http://www.weber.com.pt/solucoes-leca-r/solucoes/enchimentos/lecareg-mix.html>> [Consultado em 15/10/2015].

Os Limites do Crescimento. (Em linha). Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/176823015/Os-Limites-Do-Crescimento>> [Consultado em 17/06/2015].

Relatório de Brundtland. (Em linha). Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues#scribd>> [Consultado em 18/06/2015].

Síndrome do Edifício Doente. (Em linha). Disponível em <<http://www.saudepublica.web.pt/05-promocaoaude/054-SOcupacional/SED.htm>> [Consultado em 10/06/2015].

## NOTAS

1. Relatório de Brundtland é um documento intitulado "Nosso futuro comum" publicado em 1987.
2. Grupo de pessoas ilustres que se reúnem para debater um vasto conjunto de assuntos relacionados a política, economia internacional e, sobretudo, ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, fundado em 1966, de onde resultou, em 1972, o relatório "Os Limites do Crescimento".
3. Relatório elaborado em 1972 que modelou as consequências do crescimento rápido da população mundial considerando os recursos naturais limitados, comissionado pelo Clube de Roma.
4. Lei da Conservação da Massa ou Lei de Lavoisier, enunciada pelo químico Antoine Lavoisier, em 1789.
5. O termo "síndrome dos edifícios doentes (SED)" é usado para descrever situações de desconforto laboral e/ou de problemas agudos de saúde referidos pelos trabalhadores.
6. Buchas químicas.
7. OSB - Oriented Strand Board (Placas de partículas orientadas) - A madeira usada na produção de placas OSB incluem espécies como o choupo, o abeto e o pinheiro.
8. Valor da capacidade que o vapor de água tem de passar por um determinado material.
9. Pré-mistura de betão leve com agregados de argila expandida leca, cimento e aditivos.
10. Painel de isolamento térmico e acústico, constituído por lâ de madeira de abeto mineralizado com cimento Portland branco e/ou cimento cinza.
11. Sistema de conceito natural baseado em placas de aglomerado de cortiça expandida e argamassas de cal.
12. Painel de isolamento flexível em fibras de madeira prensado em monocamada, densidade 50 kg / m<sup>3</sup>, em conformidade com UNI EN 13171. A madeira utilizada é proveniente de florestas geridas de forma sustentável [certificada pelo FSC].
13. Cimento, agregados tradicionais e agregados leves leca.
14. Ligante hidráulico constituído maioritariamente por silicatos e aluminatos de cálcio e hidróxido de cálcio.
15. Ligante hidráulico constituído maioritariamente por silicatos e aluminatos de cálcio e hidróxido de cálcio.