



UNIVERSIDADE  
**LUSÓFONA**  
DO PORTO

**Revestimento Metálico** NUM HOTEL NA CIDADE DO PORTO:  
SUAS IMPLICAÇÕES

Pedro Orlando Ferreira e Silva  
Dissertação de Mestrado Apresentada  
À Universidade Lusófona Porto – Arquitetura  
Orientador:  
Professora Doutora Edite Maria Figueiredo e Rosa

**UNIVERSIDADE LUSÓFONA DO PORTO**

**ARQUITETURA**

**Pedro Orlando Ferreira e Silva**

**Revestimento Metálico num Hotel na Cidade do Porto:  
Suas Implicações**

Orientador:

**Professora Doutora Edite Maria Figueiredo e Rosa**

Júri:

**Prof. Doutor Pedro Ramalho**

**José Manuel Gigante**

**Edite Maria Figueiredo E Rosa**

**CONSTRUÇÃO**

**Data da defesa: 16 /12/ 2015**

***“A arte e os artistas devem e tem de representar o seu tempo. A nossa salvação futura não pode consistir em imitar todas as tendências estilísticas que ocorreram nas últimas décadas. A arte deverá estar à nascença imbuída do realismo do nosso tempo.”<sup>1</sup>***

**Otto Wagner**

---

<sup>1</sup>Sarnitz, August, Wagner, Taschen, 2003



## **Agradecimentos**

De todas as pessoas que se cruzaram comigo, ao longo deste percurso académico, é sem dúvida nenhuma aos meus pais e irmão, que tenho que agradecer o apoio incondicional que me permitiram chegar até aqui, e desenvolver este trabalho. Não encontro palavras de agradecimento suficientes pelo sacrifício e carinho que me tem dado ao longo dos anos.

À minha tia Gloria, que tem sido um apoio importante em toda a minha vida, assim como aos meus avós.

A todos os professores que me transmitiram conhecimentos, que sem eles não seria possível olhar e pensar a arquitetura da mesma forma.

À minha entidade patronal, na qual trabalho desde os meus 17 anos de idade, e que sem o apoio e o trabalho que me têm dado ao longo dos anos não seria possível igualmente chegar até aqui.

A todos os meus colegas de curso, que sem a troca de conhecimentos e ideias, o desenvolvimento desta tese não seria a mesma.

À Lara, que nestes últimos tempos tem sido um apoio e uma ajuda importante neste momento da minha vida.

Por último, e mais importante para a concretização da dissertação, à minha orientadora e professora Edite Rosa, por toda a orientação e conhecimentos dados, e disponibilidade em ajudar.



## Resumo

O presente estudo realizado teve como base o trabalho desenvolvido na cadeira 5.1 de projeto, na Universidade Lusófona do Porto, ano letivo 2014/2015, em que o programa foi a elaboração de um Hotel, onde, o principal interesse temático foi a resolução de um revestimento metálico na sua fachada.

A evolução da temática, fachadas metálicas, teve um maior crescimento, não só a nível do material em si, mas também a nível de técnicas construtivas, com o surgimento da revolução industrial. Esta evolução foi possível aliada igualmente a uma mudança de mentalidade na forma de pensar a arquitetura, que foi integrando o metal de uma forma gradual não só a nível estrutural mas também de revestimento, adquirindo novas propriedades que até então eram pouco ou quase nada usadas.

Existindo vários tipos de materiais de revestimento de uma fachada, a escolha pelo metal foi de certo modo aquele que mais respostas pretendidas deu em termos de imagem, e foi a escolha assumida à priori, tendo sido temas importantes como tipo de juntas, tipos de aplicações, cortes, reciclagem, onde todos estes fatores tem influência na imagem final.

O alçado é aquele que tem um impacto direto com tudo aquilo que o rodeia, assim como o público que o assiste.

Foi com base nestas premissas que se começaram a desenvolver os processos de construção com revestimentos não colados à estrutura. As fachadas com revestimento não colado à parede, ou mais conhecidas atualmente como fachadas ventiladas, são uma evolução técnica construtiva introduzida por Wagner (1888).

Neste seguimento foi estudado as malhas metálicas ao qual teve mais relevância para o desenvolvimento em concreto do projeto da cadeira de projeto. A utilização de malhas metálicas resulta numa tela de proteção solar que procura filtrar e reduzir a entrada dos raios solares diretos ao mesmo tempo que cria uma luminosidade mais difusa no espaço interior. Isto fez com que permitisse estudar formas e desenhos com um caracter de imagem mais ornamental, e onde se verificou que existem vários exemplos de projetos que tiraram vantagem desta característica.

Dois exemplos estudados para a melhor compreensão do tema, e que responde de certa forma a estas questões, foram os edifícios dos arquitetos Souto Moura, edifício habitacional na Maia, e de Jean Nouvel, o Hotel Saint-Jaimes. ambos tiveram nos seus projetos, o metal como o elemento principal nos seus alçados, sendo que ambos aplicaram-no de forma diferente, resultando numa imagem igualmente ela diferente.



Foi com estes casos de estudo que foi possível estudar a aplicação de uma malha metálica na proposta desenvolvida na cadeira de projeto, e que foi aqui tratada igualmente como caso de estudo, onde busca na sua envolvente, rua Augusto Rosa, Porto, buscar referências à azulejaria, utilizada apenas como um elemento abstrato da sua imagem, assim como, usar o metal que se encontra em pequenos apontamentos como varandas e acrescentos, quer nas traseiras habitacionais, quer em altura, e onde se aplicou na fachada.

Palavras-chave: Metal, uniformidade, reciclável, malha metálica, linguagem de imagem.



## Abstract

This study was based on the work done in the project chair 5.1, the Lusophone University of Porto, school year 2014/2015, in which the program was the development of a hotel, where the main thematic interest was the resolution of a metallic coating on its facade.

The evolution of the theme, metal facades, had higher growth, not only in the material itself, but also in terms of construction techniques, with the advent of the industrial revolution. This development was possible ally also a change of mentality in the way of thinking about architecture, which was integrating the metal in a gradual manner not only at the structural level but also coating, acquiring new properties that were previously little or no use.

There are several types of a facade coating materials, the choice of metal was in a sense the one that required answers given in terms of image, and was the choice assumed a priori, have been important topics such as type joints, types of applications , cuts, recycling, where all these factors influences the final image.

The elevation is one that has a direct impact on all that surrounds it, as well as the public who attends them.

Under these assumptions that began to develop construction processes with not glued to the structure coatings. The facades coated not glued to the wall, or currently better known as ventilated facades, are a constructive technical developments introduced by Wagner (1888).

In this follow-up was studied metal mesh which had more relevance to developing concrete design chair design. The use of metallic meshes results in sun protection fabric which seeks to reduce the input filter and the direct sunlight at the same time creating a diffuse luminosity in the interior space. This meant that allow studying shapes and designs with a more ornamental image character, and where it was found that there are several examples of projects that have taken advantage of this feature.

Result, the questions are put, the metal facade will be seen as a coating that goes beyond functional aspects? As far as the metal could go capabilities in the application of a facade? A metal façade could be seen only as a coating as a skin it is?

Two examples studied for better understanding of the subject, and in a way that responds to these questions were the buildings of the architects Souto Moura, residential building in Maia, and Jean Nouvel, the Hotel Saint-Jaimes. both had in their designs, the metal as the main element in their elevations, both of which applied it differently, resulting in an image it also different.



It was with these case studies it was possible to study the application of a metal mesh in the proposal developed in the project chair, and it was here treated equally as a case study, where search in the surrounding street Augusto Rosa, Porto, look for references to tiles, used only as an abstract element of its image, so as to use the metal is in small notes and additions as verandas or the rear housing, both in time and where applied in the facade.

Keywords: Metal, uniformity, recyclable, metal mesh, image language.



## Índice de Imagens

Fig 1.1 Palacio Cristal, Paxton.(retirado : <a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/d4/d4/ef/d4d4ef7dcf449fc82cbfc61db84dcfe0.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/d4/d4/ef/d4d4ef7dcf449fc82cbfc61db84dcfe0.jpg</a> ).....	34
Fig.1.2 construção da torre Eiffel (retirado: <a href="http://4.bp.blogspot.com/-9zhi_mOmQdl/U97OIE2aQa/AAAAAAAAABYI/Bu1FIYQUYyY/s1600/10334414_750335755000340_5282962430577672586_n.jpg">http://4.bp.blogspot.com/-9zhi_mOmQdl/U97OIE2aQa/AAAAAAAAABYI/Bu1FIYQUYyY/s1600/10334414_750335755000340_5282962430577672586_n.jpg</a> ).....	34
Fig.1.3 Casas pré fabricadas, Walter Gropius (retirado: <a href="https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/71.jpg?w=750">https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/71.jpg?w=750</a> ).....	36
Fig.1.4 Casas pré fabricadas, Walter Gropius (retirado: <a href="https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/410.jpg">https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/410.jpg</a> ).....	36
Fig.1.5 Casas pré-fabricadas, desenho pormenor, Walter Gropius, (retirado: <a href="https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/06/dbab2.jpg">https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/06/dbab2.jpg</a> ).....	38
Fig.1.6 Planta de pisos, Walter Gropius (retirada : <a href="https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/52.jpg">https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/07/52.jpg</a> ) .....	40
Fig.1.7 pormenor construtivo edificio Le Baron Jerrey, Chicago ( retirado: <a href="http://2.bp.blogspot.com/_LJHBrB752xY/TL5iDhb1B2I/AAAAAAAAAik/cWZ5ZBKlK/s1600/Le+Baron+Jenney++Leiter+Building+II+Chicago+(1889)++detalhe.jpg">http://2.bp.blogspot.com/_LJHBrB752xY/TL5iDhb1B2I/AAAAAAAAAik/cWZ5ZBKlK/s1600/Le+Baron+Jenney++Leiter+Building+II+Chicago+(1889)++detalhe.jpg</a> ).....	42
Fig.1.8 edificio Le baron Jerry Leiter, Chicago ( retirado: <a href="http://3.bp.blogspot.com/_LJHBrB752xY/TL5hwTsFz9I/AAAAAAAAAic/PqUj8x7fgEl/s1600/Le+Baron+Jenney++Leiter+Building+II+Chicago+(1889)++Vista.jpg">http://3.bp.blogspot.com/_LJHBrB752xY/TL5hwTsFz9I/AAAAAAAAAic/PqUj8x7fgEl/s1600/Le+Baron+Jenney++Leiter+Building+II+Chicago+(1889)++Vista.jpg</a> ).....	42
Fig.1.9 Planta da cidade de Chicago após incendio,1871. (retirado: <a href="http://www.newberry.org/sites/default/files/styles/lightbox-overlay/public/acquisitions/chicago%20fire.JPG?itok=KorGkMpU">http://www.newberry.org/sites/default/files/styles/lightbox-overlay/public/acquisitions/chicago%20fire.JPG?itok=KorGkMpU</a> ).....	44
Fig.1.10 Construção da ponte de Brooklyn (retirado: <a href="http://www.engenhariacivil.com/imagens/construcao-ponte-brooklyn.jpg">http://www.engenhariacivil.com/imagens/construcao-ponte-brooklyn.jpg</a> ) .....	44
Fig.1.11 Armazém naval de Sheerness (retirado: <a href="http://www.battleships-cruisers.co.uk/images/sheerness6.jpg">http://www.battleships-cruisers.co.uk/images/sheerness6.jpg</a> ) .....	46
Fig.1.12 Jean Prouvé, maison du peuple en peuple ( <a href="http://fr.topic-topos.com/image-bd/france/92/maison-du-peuple-clichy-la-garenne.jpg">http://fr.topic-topos.com/image-bd/france/92/maison-du-peuple-clichy-la-garenne.jpg</a> ).....	46
Fig.1.13 Jean Prouvé maison du peuple en peuple (retirado: <a href="http://photos.wikimapia.org/p/00/00/94/22/44_big.jpg">http://photos.wikimapia.org/p/00/00/94/22/44_big.jpg</a> ).....	48
Fig.2.1 Revestimento de fachada ventilada, com placas metálicas.(retirado: COMPORTAMENTO TÉRMICO DE FACHADAS VENTILADAS BÁRBARA INÊS CARDOSO SILVA, tese, pág 5).....	50
Fig.2.2 Exemplo de funcionamento de revestimento metálico em fachada ventilada(retirado: <a href="http://2.bp.blogspot.com/-mA30kOhM64w/VPg-00mzYLI/AAAAAAAAASU/ai7XeSld76g/s1600/FACHADA-VENTILADA-1-640x463.jpg">http://2.bp.blogspot.com/-mA30kOhM64w/VPg-00mzYLI/AAAAAAAAASU/ai7XeSld76g/s1600/FACHADA-VENTILADA-1-640x463.jpg</a> ).....	50

Fig.2.3 Moriyan House, Sanna, Tokyo (retirado: <a href="http://4.bp.blogspot.com/_291uGw41Ne8/S5iKmFuBkxl/AAAAAAAAAB54/fkYBmkB3CJY/s640/Sanaa+%5BMoriyama+House%5D+01.jpg">http://4.bp.blogspot.com/_291uGw41Ne8/S5iKmFuBkxl/AAAAAAAAAB54/fkYBmkB3CJY/s640/Sanaa+%5BMoriyama+House%5D+01.jpg</a> ).....	52
Fig.2.4 corte transversal moriyana House, Sanna, Tokyo (retirado: <a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f5/5b/86/f55b8676b6651d6e4a933789a6bdae75.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/f5/5b/86/f55b8676b6651d6e4a933789a6bdae75.jpg</a> ).....	54
Fig.2.5 Aplix factory, Dominique Perrault (retirado: <a href="http://www.perraultarchitecture.com/data/projet/fiche/1518/large_ap_ext_01_gf_2f208.jpg">http://www.perraultarchitecture.com/data/projet/fiche/1518/large_ap_ext_01_gf_2f208.jpg</a> ).....	56
Fig.2.6 Kultur-fabrik Kofmehl, Stauble( retirado: <a href="http://www.ssmarchitekten.ch/tl_files/Fotos/Projekte/Kulturfabrik%20Kofmehl%20Solothurn/A16%20Kofmehl.jpg">http://www.ssmarchitekten.ch/tl_files/Fotos/Projekte/Kulturfabrik%20Kofmehl%20Solothurn/A16%20Kofmehl.jpg</a> ).....	56
Fig.2.7 fachada cortina (retirada: <a href="http://www.alquali.com.br/uploads/produtos/6c021fbafde61aa2e5485cab639804e2.jpg">http://www.alquali.com.br/uploads/produtos/6c021fbafde61aa2e5485cab639804e2.jpg</a> ).....	58
Fig.2.8 fachada semi cortina ( retirado: <a href="http://www.alquali.com.br/uploads/produtos/73abf947c03ccd27ba25a858f00bc4e6.jpg">http://www.alquali.com.br/uploads/produtos/73abf947c03ccd27ba25a858f00bc4e6.jpg</a> ).....	58
Fig.2.9 tipos de juntas (retirado: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento, FERNANDO MANUEL FERNANDES DE SOUSA, tese de dissertação,pág 16).....	60
Fig.2.10 juntas engatilhadas.....	60
Fig.2.11 aplicação de metal corrugado (retirado: Dossier técnico-económico fachada ventilada, Out. 2006 n.2 pág 9).....	62
Fig.2.12 Edifício Vitra, Alemanha Frank Gehry (retirado: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Vitra_Design_Museum,_rear_view.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Vitra_Design_Museum,_rear_view.jpg</a> ).....	64
Fig.2.13 Museu Guggenheim Bilbao, Frank Gehry (retirado: <a href="https://classconnection.s3.amazonaws.com/608/flashcards/1179608/png/11335027769252.png">https://classconnection.s3.amazonaws.com/608/flashcards/1179608/png/11335027769252.png</a> ).....	64
Fig.2.14 exemplo aplicação de painel pequeno (retirado: Components and systems, Detail, pág 111).....	66
Fig.2.15 exemplo de aplicação de painel médio (retirado: Components and systems, Detail, pág 111).....	66
Fig.2.16 exemplo de construção transversal (retirado: Components and systems, Detail, pág 111).....	66
Fig.2.17 Clinica Lou Ruvo Center Frank Gehry, Las Vegas (retirado: <a href="http://www.edilportale.com/Upload/h_19344_01.jpg">http://www.edilportale.com/Upload/h_19344_01.jpg</a> ).....	72
Fig.2.18 Case Western University, Frank Gehry (retirado: <a href="http://im.ft-static.com/content/images/051cf7d2-d765-11df-8582-00144feabdc0.img">http://im.ft-static.com/content/images/051cf7d2-d765-11df-8582-00144feabdc0.img</a> ).....	72
Fig.2.19 Experiment Music, Frank Gehry (retirado: <a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/e0/b8/4f/e0b84f92ebcc90cadda22f8f39c06b72.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/e0/b8/4f/e0b84f92ebcc90cadda22f8f39c06b72.jpg</a> ).....	72
Fig.2.20 aplicação em escama (retirado: Soluções em Aço para Construção Civil, ArcelorMittal, pág 63).....	73

Fig.2.21 Museu Guggenheim, Bilbao, Frank Gehry.....	73
Fig.2.22 exemplo de aplicação em escada aplicação em escama (retirado: Soluções em Aço para Construção Civil, ArcelorMittal, pág 64).....	74
Fig.2.23 Naturalis museum, Netherlands (retirado: (retirado: StainlessSteel Facades, Building Series, Volume 2, pág 14) .....	74
Fig.2.24 exemplo de aplicação de metal corrugado.....	75
Fig.2.25 aluminium Home Forstberg, (retirado: <a href="http://www.trendir.com/house-design/assets_c/2014/04/gabled-aluminium-home-corrugated-minimalist-facade-1-entry-thumb-630xauto-38287.jpg">http://www.trendir.com/house-design/assets_c/2014/04/gabled-aluminium-home-corrugated-minimalist-facade-1-entry-thumb-630xauto-38287.jpg</a> ).....	75
Fig.2.26 exemplo de aplicação em birses, tubo.(retirado: aplicação em escama (retirado: Soluções em Aço para Construção Civil, ArcelorMittal, pág 69).....	75
Fig.2.27 Fachada de vidro com lâminas de alumínio (retirada: How Can New Technology ,Improve Façade construction of office building, in Iran, final thesis, Akbar Saberi, pág 11).....	76
Fig.2.28 Museu de arte contemporânea, Nova Iorque, Sanaa (retirado : <a href="http://www.worldarchitecturenews.com/news_images/1487_2_Museum%202.jpg">http://www.worldarchitecturenews.com/news_images/1487_2_Museum%202.jpg</a> ).....	78
Fig.2.29 Jakob + Macfarlane's Orange Cube in Lyon is covered in a perforated steel (retirado: <a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/2e/56/5e/2e565e9b8d3c5fc5692d6b7065feccc8.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/2e/56/5e/2e565e9b8d3c5fc5692d6b7065feccc8.jpg</a> ).....	78
Fig.2.30 malha metálica, museu contemporâneo Nova Iorque, Sanna (retirado : <a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/77/b0/71/77b071190007cb7bb4e881f3c83ba7b4.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/77/b0/71/77b071190007cb7bb4e881f3c83ba7b4.jpg</a> ).....	80
Fig.2.31 Rue des Suisses, Herzog e Meuron (retirado: <a href="http://www.architravel.com/architravel_wp/wpcontent/uploads/2013/05/Rue_des_Suisses_Herzog_de_Meuron_main.jpg">http://www.architravel.com/architravel_wp/wpcontent/uploads/2013/05/Rue_des_Suisses_Herzog_de_Meuron_main.jpg</a> ).....	82
Fig.3.1 Vista área de localização (retirado: googlemaps).....	88
Fig.3.2 Hotel Saint James, Jean Nouvel (retirado: <a href="https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/1e/3d/be/1e3dbed8428957fc391bce070ed1fa2c.jpg">https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/1e/3d/be/1e3dbed8428957fc391bce070ed1fa2c.jpg</a> ).....	90
Fig.3.3 hotel Saint James, vista de quarto (retirado: <a href="http://lefooding.com/media">http://lefooding.com/media</a> ).....	90
Fig.3.4 planta de implantação (retirado: Boissiere Oliver, Jean Nouvel, Editorial Gustavo Gili, S.A, , Barcelona, 1997, pág 109).....	91
Fig.3.5 Desenhos do hotel Saint James, Jean Nouvel (retirado: <a href="http://www.jeannouvel.com/images/made/mobile/projets/149_bouliac/images/plan2_332_360_80.jpg">http://www.jeannouvel.com/images/made/mobile/projets/149_bouliac/images/plan2_332_360_80.jpg</a> ).....	92
Fig.3.6 Planta tipo, edifício E (retirado: Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editions Du Regard 14, Paris).....	93
Fig.3.7 Planta piso 0, edifício D (retirado: Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editions Du Regard 14, Paris).....	94
Fig.3.8 Planta piso 1, edifício D (retirado: Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editions Du Regard 14, Paris).....	95
Fig.3.9 planta piso 1, edifício C (retirado: Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editions Du Regard 14, Paris).....	96

Fig.3.10 planta piso 0, edifício C (retirado: Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editions Du Regard 14, Paris).....	97
Fig.3.11 estudo de pormenor de alçado A,B (retirado: Boissiere Oliver, Jean Nouvel, Editorial Gustavo Gili, S.A, , Barcelona, 1997, pág 108).....	98
Fig.3.12 planta de implantação (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	102
Fig.3.13 Vista aérea do edifício. (retirado: googlemaps).....	102
Fig.3.14 Planta piso 0 (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	104
Fig.3.15 Planta piso tipo (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	105
Fig.3.16 corte longitudinal (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	106
Fig.3.17 Corte transversal (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	107
Fig.3.18 alçado Poente (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	108
Fig.3.19 alçado nascente (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	109
Fig.3.20 pormenor construtivo, corte vertical v2 (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	110
Fig.3.21 pormenor construtivo, corte vertical (desenho fornecido pelo atelier de arquitetura, SOUTO MOURA - ARQUITECTOS, SA).....	111
Fig.3.22 Planta de implantação (autoria própria).....	114
Fig.3.23 Planta piso -1 (autoria própria).....	116
Fig.3.24 Planta piso 0 (autoria própria).....	118
Fig.3.25 Planta piso 1 (autoria própria).....	119
Fig.3.26 Planta piso 2 (autoria própria).....	120
Fig.3.27 planta de cobertura (autoria própria).....	121
Fig.3.28 Corte A (autoria própria).....	122
Fig.3.29 corte A' (autoria própria).....	123
Fig.3.30 corte B (autoria própria).....	124
Fig.3.31 corte B' (autoria própria).....	125
Fig.3.32 Alçado Nascente (autoria própria).....	126
Fig.3.33 Alçado Poente (autoria própria).....	127
Fig.3.34. Alçado S (autoria própria).....	128
Fig.3.35 corte horizontal, vão (autoria própria).....	129
Fig.3.36 Varanda cidade do porto, exemplo 1.....	130
Fig.3.37 Varanda cidade do Porto, exemplo 2.....	130
Fig.3.38 varanda na cidade do Porto, exemplo 3.....	130

Fig.3.39 Pormenor construtivo, vertical, fachada. (autoria própria).....	132
Fig.3.40 estudo de ornamento de azulejo de fachada, Porto.....	134
Fig.3.41 estudo de ornamento de azulejo de fachada, Porto.....	134
Fig.3.42 exemplo, detalhe de ornamento perfurado, <i>DGJ+NAU</i> (retirado: <a href="http://image.architonic.com/imgArc/project-1/4/5205378/NAU-DGJ-Raiffeisen-16.jpg">http://image.architonic.com/imgArc/project-1/4/5205378/NAU-DGJ-Raiffeisen-16.jpg</a> ).....	135
Fig.3.43 Malha metálica em projeto do hotel. a), b) (autoria própria).....	134
Fig.3.44 malha metálica (autoria própria).....	137
Fig.3.45 estrutura dos perfis da malha metálica (autoria própria).....	138
Fig.3.46 corte vertical de estrutura, pormenor de fixação dos perfis (autoria própria).....	139
Fig.3.47 elementos tipo, de fixação da estrutura metálica (retirado: <a href="http://www.viroc.pt">www.viroc.pt</a> Fichas de Aplicação Paredes).....	140

### Índice de Quadros

Quadro1.1 formas e fixações para revestimento metálico (retirado: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento, FERNANDO MANUEL FERNANDES DE SOUSA, tese de dissertação pág 19).....	62
Quadro 1.2 plano de superfícies (retirado: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento, FERNANDO MANUEL FERNANDES DE SOUSA, tese de dissertação, pág15).....	68
Quadro 1.3 forma de fixação em revestimento em lâmina metálica (retirado: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento, FERNANDO MANUEL FERNANDES DE SOUSA, tese de dissertação, pág 37).....	68
Quadro 1.4 Formas de fixação (retirado: (retirado: Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento, FERNANDO MANUEL FERNANDES DE SOUSA, tese de dissertação, pág 36).....	70



## Índice Geral

I.	Introdução.....	23
II.	Estrutura.....	27
III.	Estado da Arte.....	29
IV.	Objetivos.....	31

### CAPITULO I – Enquadramento Teórico

1.1	Breve evolução da construção metálica.....	33
1.2	Fachadas Leves- Introdução Histórica.....	45

### CAPITULO II – Conceito

2.1	Fachadas.....	49
2.2	Fachada Ventilada.....	51
2.3	Fachada com revestimento metálico.....	57
2.4	Sistemas de Revestimento em aço.....	59
2.5	Tipos de juntas.....	61
2.6	Adaptabilidade.....	65
2.7	Maleabilidade do material.....	65
2.8	Tipos de aplicação.....	67
2.8.1	Aplicação de Revestimento Metálico	
2.9	Malhas metálicas.....	77
2.10	Durabilidade e vantagens.....	79
2.11	Manutenção.....	81
2.12	Reciclagem.....	81
2.13	O futuro dos revestimentos metálicos.....	81

### Capitulo III – Caso de Estudo

3.1	Introdução e Justificação.....	85
3.2	Hotel Saint-James, Jean Nouvel, Bordéus, França, 1988-1989.....	86
3.3	Edifício de Habitação coletiva, Eduardo souto Moura, Portugal 1997-2001... 100	
3.4	Elaboração do projeto de Hotel na rua Augusto Rosa, Porto.....	112
3.4.1	Reinterpretação do azulejo do Porto em revestimento metálico	

### Capitulo IV – Proposta de Projeto

4.1	Conclusões e crítica sobre os casos de estudado.....	143
	Bibliografia.....	149
	Fontes.....	150



## I. Introdução

O presente trabalho, têm como tema a fachada metálica. A aplicação deste material neste âmbito tinha sido até à pouco tempo na historia da arquitetura, pouco ou quase nada utilizado.

Numa época de permanente invasão dos sentidos através dos média, a tendência em muitas áreas, incluindo a arquitetura, é tentar criar permanentemente objetos inovadores e espetaculares de modo a captar a atenção dos consumidores. Arquitetura é assim também usada como estratégia de marketing, quer do promotor da obra, quer do próprio autor. O fácil acesso à informação permite divulgar, desenvolver e promover o sentido crítico e a cultura arquitetónica no cidadão comum, bem como aumentar as ferramentas de projeto disponíveis para o apoio ao projeto. Abrem-se novas perspetivas para o desenho, o cálculo e o fabrico das novas fachadas dos edifícios.<sup>1</sup>

A evolução tecnológica e cultural do Homem nas últimas décadas tem crescido a um ritmo avassalador. Desde a revolução industrial, onde o ferro começou a ser um dos principais materiais protagonistas da construção, não só na construção de estruturas de edifícios, mas também na aplicação de caminhos-de-ferro, pontes e elementos como a torre Eiffel, assim como o seu uso nos primeiros modelos automóveis, nova geração de barcos/ navios etc, chega-nos até aos dias de hoje, como forma de um metal desenvolvido, caso do aço inoxidável, alumínio, titânio etc. Um elemento presente igualmente em quase todo que nos rodeia onde a sua presença encontra-se em aparelhos eletrónicos, aviões, naves espaciais, instrumentos e máquinas medicinais, etc. comprovam o quanto importante os metais são para o desenvolvimento do ser humano.

Sendo o uso de metal utilizado em tão diversas formas, coloca-se as questões: será a fachada metálica vista como um revestimento que vai para além de aspetos funcionais? Até onde as capacidades do metal poderiam ir na aplicação de uma fachada? Uma fachada metálica poderia ser vista apenas como um revestimento como se de uma pele se trata-se?

O metal em fachadas tem vindo a crescer de forma consistente, no mundo da arquitetura contemporânea. A sua leveza, assim como a rápida aplicação e a sua capacidade infinita de reutilização, tem sido uma escolha cada vez mais procurada pelos arquitetos.

O leque de tipos de metais existentes, assim como um vasto leque de tipos de aplicação, permite criar texturas, e formas que em conjunto com o avanço tecnológico, permite desenvolver estruturas de fachada com uma complexidade que até então não seria possível.

A utilização do aço na construção civil tem vindo a preencher muitas das premissas da construção industrial. O processo baseia-se em elementos padronizados, dispostos através de uma logica modular. Diminuição de desperdício, controle de qualidade do produto final, além da qualificação da mão-de-obra, são características importantes na construção em aço.

---

<sup>1</sup> Mark & Sust- Marketing e Sustentabilidade, Escola de Arquitetura Universidade do Minho, 1ªedição Outubro 2012



O aço é um material que resiste muito bem a todo o tipo de esforços (compressão, tração, flexão, corte, etc.) permitindo a conceção de elementos estruturais muito esbeltos. Em Portugal, em geral a estrutura dos edifícios é concebida em betão armado em que o aço é entregue de forma limitada essencialmente para resistir aos esforços de tração.

No entanto, o seu custo tem vindo a subir novamente devido aos seguintes fatores:

à grande procura gerada pelo crescimento económico da China, razões ambientais que levaram muitos países avançados a eliminar ou a reduzir a produção do ferro a partir do minério feita em altos-fornos, a indústria automóvel (grande consumidora) não faz stocks de aço, assim como o fabrico do aço está associado a um grande consumo de energia, a subida do preço do petróleo tem elevado o seu preço ou restringindo a produção em grande escala aos países com energia nuclear.

Devido à aplicação ser muito expedita (com poucos desperdícios), pelo facto de se tratar de um material totalmente reciclável e ainda devido à sua aplicação num edifício constituir uma reserva que se valoriza, tem-se assistido a uma crescente aplicação como elemento estrutural e de revestimento.

O alçado é aquele que tem um impacto direto com tudo aquilo que o rodeia assim como o público que o assiste. Mas a fachada é também responsável pela garantia de conforto, tanto a nível térmico, como acústico. Sendo assim este tema aborda questões que vão mais para além da aparência que um revestimento deste género possa causar ao espectador.



## **Objetivos**

Atendendo a vulgarização das fachadas da envolvente para qual a proposta do edifício se insere, o objetivo passa por estudar a aplicação de revestimento metálico que se destaque pela sua forma, estudando os seguintes aspetos:

- A aplicação de uma malha metálica a um edifício no centro histórico do Porto;
- O impacto visual causado por um revestimento metálico;
- Identificar as exigências de desempenho de fachadas com revestimento metálico;
- Interpretar tecnicamente o comportamento mecânico, térmico e de estanquidade ao ar que uma fachada ventilada deste género possa causar, e consequentemente retirar conclusões relativas ao seu funcionamento.
- Estudar vários tipos de aplicação/corte de peças metálicas, que podem ser utilizadas na aplicação de uma fachada ventilada metálica.
- Escolher casos de estudo que sirvam de reflexão e sejam conclusivos para o projeto desenvolvido.
- Estudar de que forma o desenho de um material comum como o azulejo, pode servir de apontamento para o desenho da fachada.
- Questionar se a frente do quarteirão, respetivamente o seu alçado, deverá permitir que seja possível a introdução de um elemento novo, não só material, mas também funcional.
- Concluir de forma objetiva, o porquê da utilização do metal.
- Fazer uma crítica ao projeto desenvolvido, com base na conclusão do tema em geral estudado.



## **Estrutura**

A dissertação dividiu-se em 4 capítulos.

A dissertação inicia-se com uma introdução, onde os temas são essencialmente os objetivos da dissertação assim como uma breve descrição do tema em questão, que é, revestimento metálico.

O capítulo I aborda de uma forma breve, a evolução das construções metálicas, fazendo referencia a cidade de Chicago, pioneira no desenvolvimento deste tipo de construção, devido ao fato de ter reconstruído uma cidade quase toda ela consumida por chamas, assim como fala em Walter Gropius e as suas casas experimentais pré-fabricadas onde explora este material que é o metal. Aborda-se ainda o desenvolvimento que as fachadas leves tiveram ao longo do tempo, sendo que metal e fachadas leves estão associadas e são inseparáveis neste tema em particular.

O capítulo II, pretende definir uma metodologia de classificação das soluções existentes no mercado dos revestimentos de fachadas em metal. Neste capítulo pretende-se definir o conceito de fachada leve quando inserido no âmbito das soluções de revestimentos metálicos. As fachadas leves são soluções de prefabricação leve realizadas a partir de materiais leves tais como o aço, alumínio ou vidro. Estas camadas, onde se incluem os revestimentos em aço, encontram-se normalmente apoiadas numa estrutura secundária, tais como as madres secundárias verticais ou horizontais, que são fixas à estrutura principal do edifício também podendo ser suportadas através de fixação direta à estrutura resistente principal do edifício.

O capítulo III é dado três exemplos em que o revestimento metálico é aplicado, sendo um internacional, um nacional, e um desenvolvido na cadeira de projeto. O primeiro caso de estudo internacional, o Hotel Saint James, de Jean Novel, e o caso nacional habitação coletiva na Maia, da autoria do arquiteto Souto Moura. O terceiro caso de estudo tem como base o projeto individual desenvolvido na disciplina de projeto, onde é aplicado um revestimento metálico no alçado, servindo de caso de estudo para este tema.

O capítulo IV é feita uma conclusão no que se refere ao uso do revestimento metálico no alçado nos casos de estudo, e posteriormente feita uma crítica sobre o projeto de hotel, que é apresentado como terceiro caso de estudo.



## **Estado da Arte**

Na procura de informação, foi possível concluir, logo à partida, que o tema de fachadas com revestimento metálico encontra-se num ponto de evolução que está cada vez mais a ser utilizado por arquitetos contemporâneos, não só teoricamente, como também no que diz respeito a exemplos práticos. A construção de fachadas com revestimento metálico teve um desenvolvimento mais acentuado com o surgimento de novas tecnologias que permite com exatidão projetar fachadas com uma estereotomia que sem esta tecnologia não seria possível, caso deste exemplo é o Museu Guggenheim em Bilbao de Frank Gehry.

Sobre este tema, verifica-se que os revestimentos metálicos tem vindo converter-se numa solução especialmente adequada à arquitetura contemporânea, permite a resolução homogénea de coberturas e fachadas, oferecem a possibilidade de construir volumetrias complexas, assim como criar pendentes muito baixas nas coberturas. Poem à disposição do arquiteto uma ampla escolha de texturas, cores, desenho, etc. relacionando-se com os valores da arquitetura industrial, caracterizados pela efetividade das suas soluções, que se incorporam a todas as tipologias. Existem variadas formas de aplicação em um revestimento metálico, que vai desde pré-fabricados ate a elementos feitos no próprio local.

O metal em geral é um material caracterizado geralmente pela ductilidade e pela grande facilidade de conformação. Devido às condições de trabalho, esses produtos deveriam possuir certa resistência a corrosão atmosférica e mesmo, para determinadas aplicações, resistência ao ataque por parte de outros agentes químicos. Como o aço utilizado na fabricação de chapas comuns não possui essas características de resistência a corrosão, deve-se aplicar-lhes um revestimento protetor, cujo tipo depende da aparência e custo, são utilizados aços comuns. Estes devem ter como requisitos essenciais: elevada trabalhabilidade, boa soldabilidade, superfícies sem defeitos e baixo custo. O fato de ser um material leve relativamente a outros, e o fato de se conseguir dar uma imagem com um grande leque de escolhas, faz com que se Verifique a utilização de revestimentos metálicos em edifícios com enorme área de fachada.

A investigação para este tema teve como ponto de partida a recolha de informação escrita e gráfica, recorrendo a bibliotecas universitárias como FAUP, Universidade Lusíada do Porto, Universidade Lusófona do Porto, assim como bibliotecas municipais, biblioteca municipal de Vila Nova De Famalicão, e do Porto, foram também feitas recolhas em livrarias e catálogos, assim como o uso de informação On-line, em sites como Arch-daily, architonic, viroc.pt, recolha de imagens da Google, e base de dados onde se pode consultar Teses on-line.



## CAPITULO I

### 1.1 Breve evolução da construção metálica

As revoluções política e industrial que marcam o fim do século XVIII favoreceram uma nova visão da época medieval; condenada na Renascença como uma idade de ignorância e de obscurantismo, tornou-se, em breve, a idade de ouro. Repararam-se as igrejas e as catedrais deixadas ao abandono ou deterioradas durante a crise revolucionária e as guerras napoleónicas; repuseram-se as flechas e os pináculos abatidos durante o século XVIII; terminaram-se os edifícios ainda incompletos. Nos primeiros decénios do século XIX, uma nova sensibilidade às qualidades visuais e ao valor religioso e nacional do estilo gótico conquistou círculos cada vez mais alargados de simpatizantes. O sentimento religioso conhece uma evolução sensível. Reagindo ao racionalismo das luzes, a geração pós-revolucionária recoloca a atenção sobre os valores emotivos e a liturgia (Claude Mignot).

Vê-se, assim, nascer um movimento que tenta libertar a arquitetura do século XIX de um grande inconveniente, o *pastiche*, nascido do preceito da imitação.

Porém, rapidamente, o progresso paralelo e decisivo da indústria do vidro, trará um grande desenvolvimento à nova arquitetura. Dois arquitetos franceses, Hector Horeau (1801-1872) e Boileau (1812-1896), tornaram-se os apóstolos desta arquitetura do ferro e do vidro, tentando criar um novo sistema. Será uma arquitetura leve, rica, incombustível, durável, extensível, policroma pela matéria utilizada, móvel e, o que era muito útil, desmontável. No entanto, na época, não haveria muito mais do que um punhado de arquitetos minimamente iluminados e de engenheiros ambiciosos capazes de tomar consciência de que o ferro podia substituir a pedra.<sup>1</sup> Repara-se, apesar disso, perante as inúmeras vantagens revolucionárias dos novos materiais e a possibilidade de serem produzidos industrialmente, se assistirá, ao longo do século, à expansão do que podemos chamar estilo metalúrgico. A arquitetura metálica irá impor-se em programas muito diferenciados. Onde o ferro e o vidro podiam ser utilizados de maneira mais conveniente era nas estufas. No entanto, a descoberta das imensas capacidades deste sistema construtivo rapidamente dilatava a gama das aplicações práticas. A iluminação zenital, permitida pelo uso do berço envidraçado, ou da cúpula, abrirá a aplicação destas estruturas arquitetónicas a áreas tão vastas de utilização urbana como os mercados, as passagens, as estações, as bibliotecas, os teatros, os circos, as arenas, as pontes metálicas, os pavilhões de exposição universais.

Situações específicas no domínio da criação industrial conduzem ao pleno êxito na exploração das potencialidades dos materiais metalúrgicos. A grande resistência à compressão das finas colunas metálicas, a adaptação da fundição e da moldagem a todas as formas, por mais exóticas e pitorescas, as grandes possibilidades decorativas de ferro fundido, colocam estes elementos

---

<sup>1</sup> Lisboa, A exaltação do Ferro, António Osório de Castro, Gustavo De Almeida Ribeiro, Edições Inapa, 1999

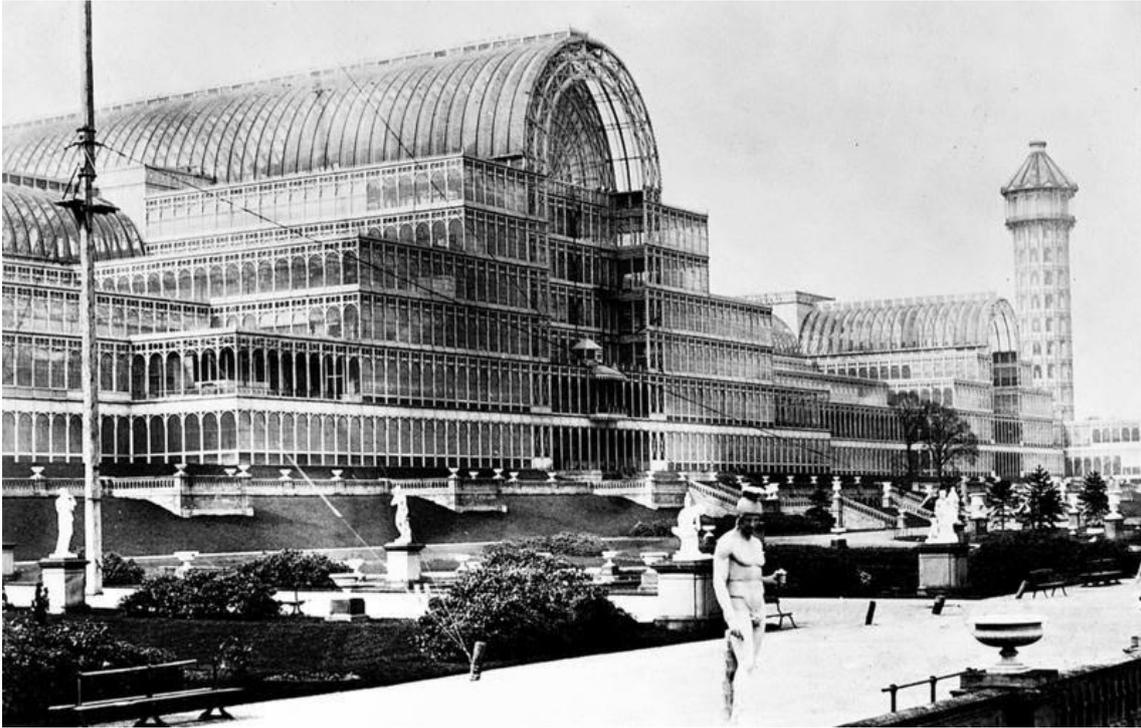


Fig 1.1 Palacio Cristal, Paxton

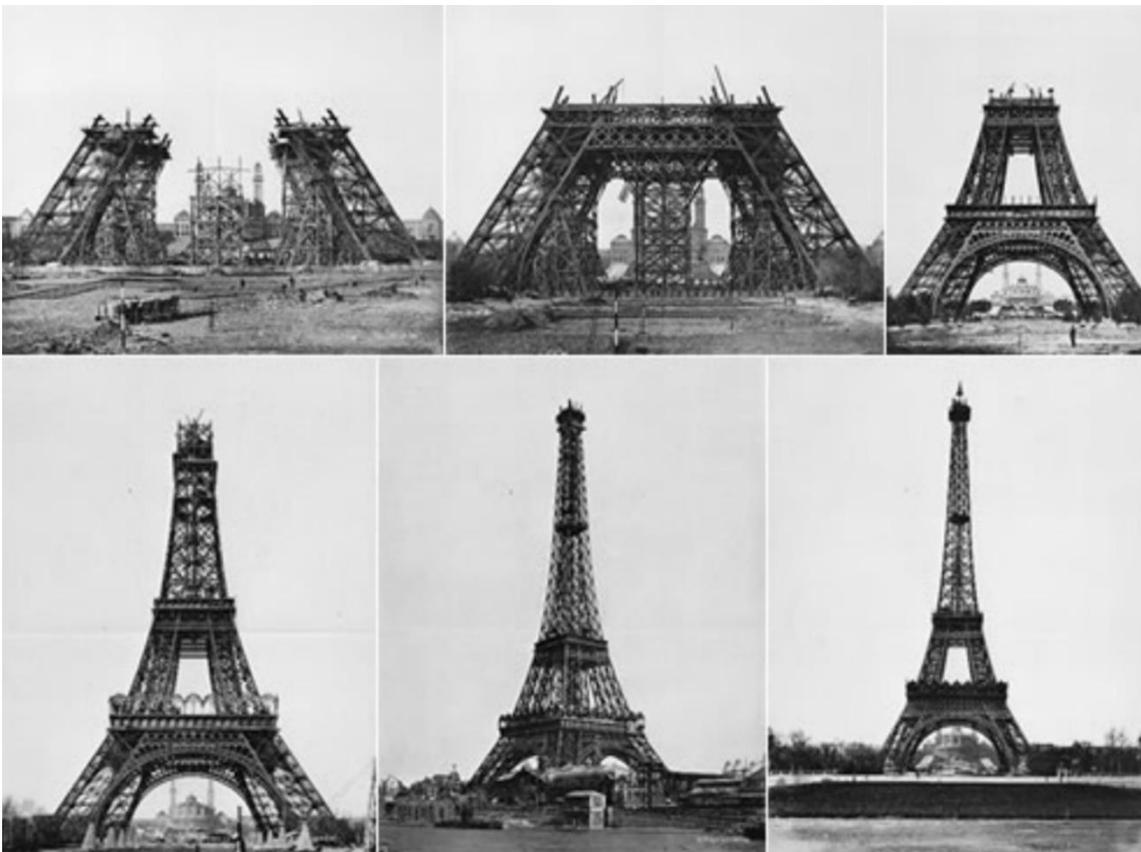


Fig.1.2 construção da torre Eiffel

arquitetónicos em evidência. São qualidades funcionais que não podem ser desprezadas. A sua utilização resolverá muitos problemas e conduzirá à inauguração de um estilo próprio ao século de oitocentos. Assiste-se, pois, ao desenvolvimento vertiginoso da utilização da fundição, generalizando uma tecnologia e uma estética baseada nos produtos siderúrgicos.

Em Inglaterra e em França, principalmente, surgiram construções famosas como o Crystal Palace (fig 1.1), para a Exposição Universal de 1851, concebido por Paxton, grande especialista de estufas para plantas, ou a Torre Eiffel (fig 1.2) para a Exposição de 1889 em Paris, erguidos com uma certa rapidez para cumprir um objetivo funcional.

As grandes novidades técnicas do século XIX não eram de modo algum desconhecidas em Portugal, onde a adoção de estruturas metálicas no sistema construtivo teve ampla aplicação. Curiosamente, um notável historiador da arte inglês, Nicolaus Pevsner, refere que «*a história do ferro como material de utilidade, mais que meramente auxiliar na arquitetura, começa quando, durante a Revolução Industrial, depois de 1750, se descobriu a maneira de o produzir industrialmente. Logo se fizeram tentativas no sentido de substituir a madeira ou a pedra pelo ferro*».

Imediatamente acrescenta: «*o primeiro caso de que há notícia é um monstro: as colunas de ferro fundido que sustentam uma chaminé em Alcobaça, Portugal. Datam de 1752*». A referência é curiosa, colocando nosso país nas bocas do mundo. Pevsner refere-se à série de colunas de ferro fundido, utilizadas para suportar a grande chaminé das cozinhas do Mosteiro Cisterciense. Caso idêntico encontra-se no Convento de Mafra. Das cozinhas do Mosteiro Cisterciense. Caso idêntico encontra-se no Convento de Mafra.

Veja-se portanto como se desenvolve a construção do ferro em Portugal. É conhecido que Alexandre Gustave Eiffel, o mítico construtor francês, teria atuado em Portugal, em inúmeros projetos ligados à construção de pontes. Em 1868 e 1881 a empresa Eiffel et C<sup>a</sup> juntou à sociedade o jovem engenheiro Théophile Seyring. Foi da sua autoria o projeto do arco da Ponte D.Maria Pia sobre o rio Douro (1876). Cinco anos mais tarde, seria também Seyring, já então separado de Eiffel, a projetar a Ponte D.Luís na mesma localidade (1881), cuja construção é adjudicada à Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, Bélgica.

Eiffel, o mágico do ferro do século XIX, fazendo uma renovação intensa deste material e da sua utilização, conseguiu projetá-lo internacionalmente. Em Portugal, a sua empresa, fundada em 1864, será responsável pela construção de treze pontes, principalmente na linha do Minho e na linha do Douro.<sup>1</sup>

Contudo, e como nos diz a historiadora Maria Filomena Mónica, «*o capital particular era escasso e os dinheiros do Estado não chegavam para os investimentos. A capacidade empresarial tão pouco abundava. Se havia artesãos habituados a trabalhar o metal, faltavam técnicos familiarizados com as inovações tecnológicas. Em 1870, a Inglaterra fabricava metade de todo o ferro fundido que se produzia no mundo. Em termos comparativos, a sua superioridade*

---

<sup>1</sup> Lisboa, A exaltação do Ferro, António Osório de Castro, Gustavo De Almeida Ribeiro, Edições Inapa, 1999

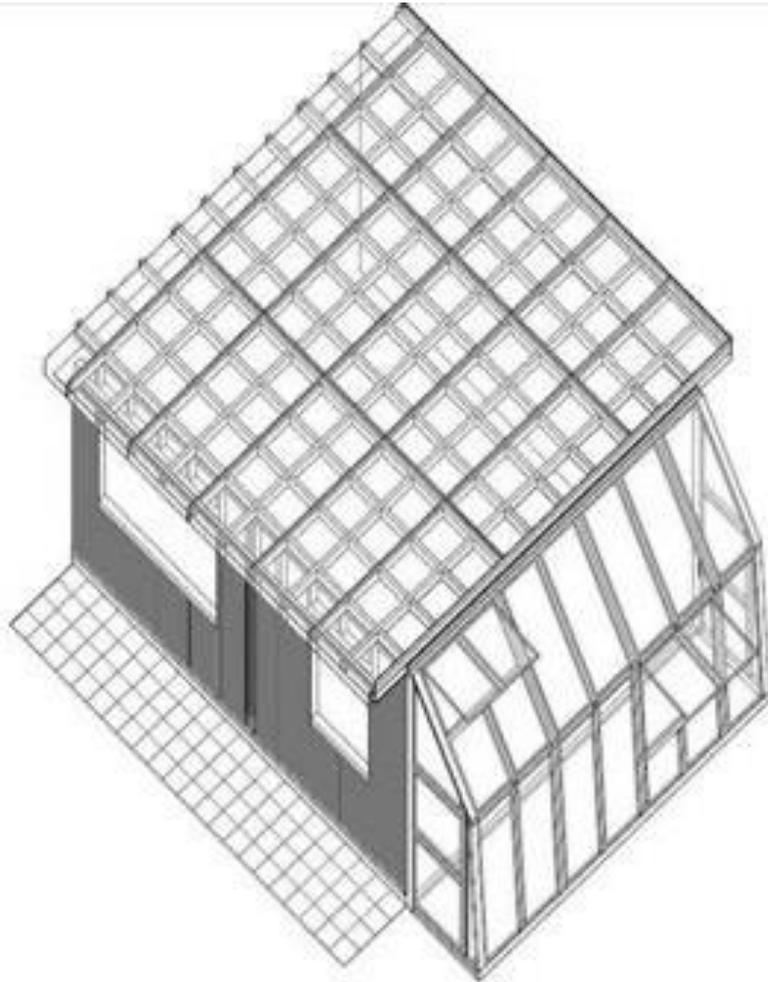


Fig.1.3 Casas pré fabricadas, Walter Gropius



Fig.1.4 Casas pré fabricadas, Walter Gropius

era enorme: a sua produção era quatro vezes superior à da Alemanha e cinco vezes à da França.»<sup>1</sup>

Com o surgimento ao que se pode chamar de classicismo eclético típico da Escola de Belas-Artes de Paris, tornou-se necessário inventar uma nova arquitetura, na qual a função do edifício determinava a sua forma, explorando as possibilidades de novos materiais. Surgem as estufas, talvez um dos mais característicos elementos da arquitetura oitocentista. Concebidas como fenómeno romântico, equiparam jardins botânicos. Notável a grande estufa de Joseph Paxton de 1837-1840, que foi jardineiro em começo de vida e se tornou num audacioso arquiteto. A estufa de Chatsworth, <sup>1</sup> a maior construção do género até à data, media 84 metros de comprimento e tinha uma cúpula central com mais de 20 metros, utilizando 653 metros quadrados de vidro, suportados por 48 pilares de ferro.

Ao longo do século XX, os metais tem sido utilizados como revestimento exterior na arquitetura. Os primeiros exemplos modernos de fachadas em ferro, encontramos em meados dos anos vinte e trinta do século passado. O sistema Fillod consistia nuns montantes duplos de ferro unidos entre si segurados por braçadeiras. Cada tubo disponha de uma ranhura vertical em que se introduziam painéis de chapa em ferro laterais previamente pregados, que forravam quer o interior quer o exterior. Uma outra referencia que se deve considerar sobre a utilização de metal na arquitetura são as casas prefabricadas em painéis de cobre de Walter Gropius (fig 1.3/1.4/1.5 e 1.6). A casa de cobre e o sistema de construção pré-fabricado aparece como uma solução por uma das maiores empresas industriais de cobre e latão, a empresa Hirsch.

A primeira brecha na fé racionalista de Gropius remonta, pensa-se, a 1927-1928, quando decide abandonar a direção da Bauhaus. Fosse qual fosse o motivo que determinou aquela decisão, é um facto que o seu trabalho, a partir dessa data, se afasta da órbita da colaboração didática com a escola. A sonhada reforma do teatro, os projetos sucessivos para o teatro de Cracóvia e para o palácio dos Sovietes, a preparação de exposições realizadas entre 1931 e 1934, refletem experiencias individuais que era quase um dever tentar concretamente: elas tinham em vista, indubitavelmente, empurrar a «racionalidade» para além dos seus limites, no terreno ilimitado que se pensava pertencer à fantasia e à imaginação. Há naquelas experiencias um tom extremista, uma vontade de rutura que levam a posições nitidamente revolucionárias, como o primeiro Futurismo italiano ou o movimento russo de vanguarda. Ao programa inicial italiano e confiante de uma estreita colaboração com a indústria segue-se, com este «europeísmo» novo e mais dramático, uma corajosa polémica anti burguesa. Mais que uma nova figuratividade; e ainda a determinação das mais puras e imateriais geratrizes formais, a individualização dos primeiros impulsos construtivos, o mero movimento, a identificação final do espaço e do tempo.

2

---

<sup>2</sup> Walter, Gropius e a Bauhaus, Giulio Carlo Argan, Colecção Dimensões, Editorial Presença, 2ª edição, 1990

<sup>1</sup> Lisboa, A exaltação do Ferro, António Osório de Castro, Gustavo De Almeida Ribeiro, Edições Inapa, 1999

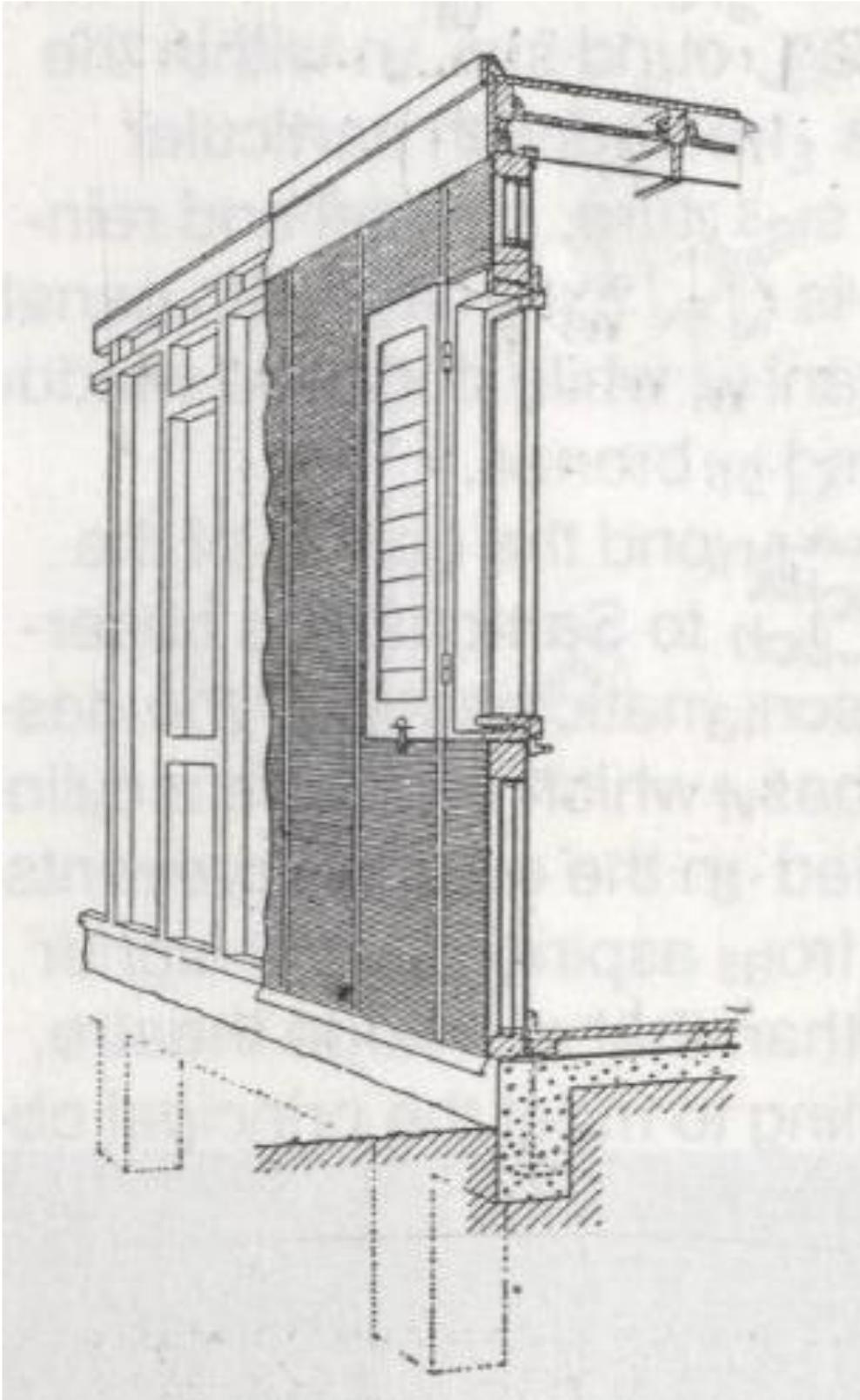


Fig.1.5 Casas pré-fabricadas, desenho pormenor, Walter Gropius,

Realizado por Walter Gropius para a empresa Hirsch Kupfer de Berlim, o novo sistema de pré-fabricação permite construir uma casa que dá para ampliar e desmontar. Gropius cria este sistema com soluções realmente novas, que supõem um grande ponto de inflexão nesse momento, sendo esta uma época em que aparece escolas como a Bauhaus onde a mudança na forma de pensar a arte, pintura escultura e arquitetura é de clara mudança, e que será importante para investigadores posteriores. Algumas das vantagens destas casas pré-fabricadas e de fácil montagem é a redução de custos de manutenção, ou seja, a simplicidade de construção e o facto de ser uma construção por elementos de estrutura em madeira e revestimento metálico, torna a sua manutenção de baixo custo comparada por exemplo a uma parede de alvenaria de tijolo, ou mesmo de betão, visto que só pelo facto de uma parede de alvenaria não ser uma parede de elementos, onde se pode retirar uma peça, e voltar a colocar, o processo torna-se mais dispendioso e mais demorado. Uma outra vantagem é a rapidez de execução, ou seja, como já referido, sendo estas casas construídas por elementos de madeira e de metal, a sua forma modular permite com que a rapidez seja maior do que se fosse, dando novamente o exemplo da alvenaria em tijolo onde a sua execução é limitada pelo tempo de secagem das argamassas, assim como todo o processo de assentamento do tijolo, fazendo automaticamente com que o custo da obra seja inferior no que se refere à mão de obra, visto que é mais rápido.

A ligeireza é também uma característica destas casas pré fabricadas, onde a estrutura resume-se a pilares e vigas de madeira, e onde os painéis de revestimento metálico, cobre e latão, sendo estes, placas em que a sua resistência é maior do que por exemplo uma placa de madeira, permite criar espessuras menores, fazendo com que a leveza seja evidente.

A história do alumínio é muito mais recente, o material foi processado pela primeira vez em 1825. A aplicação do alumínio na arquitetura vem associada tanto a Buckminster

Fuller como a Jean Prouvé, sendo que a primeira obra de arquitetura realizada em alumínio foi “Aluminaire House” de A.Lawrence Kocher, e Albert Frey em 1931.

O metal é um material elástico com uma boa tensão e compressão à força. Edifícios com elementos construídos em metal, podem ser sobrecarregados, ao que se chama ponto de rendimento. Quando este ponto é sobrecarregado, o material reage de forma elástica.

Um dos principais percussores para a evolução da arquitetura em ferro, deu-se na cidade de Chicago. Retrocedendo até ao último quartel do século XIX, o destino de Chicago como via fundamental de transporte do continente e como metrópole do centro da América, parecia, que estava assegurado. Foi então que a 8 de Outubro um incendio com dimensões catastróficas dizimou 2 000 acres da cidade (fig 1.9)

Esta calamidade fez com que a população fosse desafiada a ter que reconstruir novamente a cidade. Embora os edifícios construídos logo a seguir ao incendio se parecessem, em altura e estilo, com os seus predecessores antes do incendio, os arquitetos e engenheiros da década seguinte puderam explorar as mais recentes técnicas de construção em ferro (fig 1.7), dando origem a edifícios bastante altos, o que viria a ter uma designação a que os jornalistas do final dos anos oitenta chamaram «arranha-céus». Estes primeiros arranha-céus de Chicago não

foram por muito tempo considerados entre as mais altas estruturas do mundo, pois os seus frágeis recordes

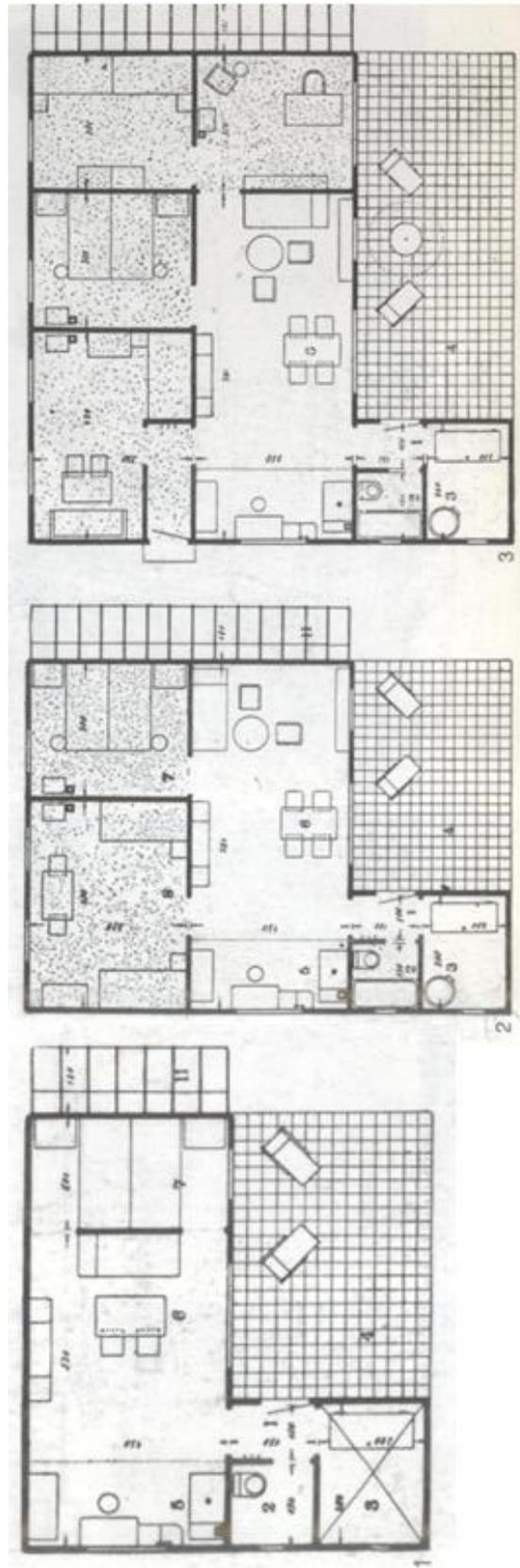


Fig.1.6 Planta de pisos, Walter Gropius

de altura foram facilmente ultrapassados por edifícios mais recentes na própria cidade e Nova Iorque nas três décadas seguintes.<sup>1</sup>

Em 1946, Ludwig Mies van der Rohe declarou que uma exposição do trabalho de Frank Lloyd Wright em Berlim juntamente com a publicação em 1910 do *Ausgeführte Bauten von Frank Lloyd Wright* (Construções e Projetos de Frank Lloyd Wright) tinham abalado os seus princípios de «design» e os dos seus jovens contemporâneos, fornecendo um precedente para as suas próprias ideias revolucionárias sobre os espaços abertos. Estas perceções e projeções acerca da Escola de Chicago foram reforçadas por escritores posteriores como Carl Condit, que foi ao ponto de caracterizar os trabalhos dos anos 50 e 60 imbuídos do mesmo espírito, de Harry Weese e Mies, como fazendo parte da segunda Escola de Arquitetura de Chicago. Esta posição e o endeuamento da filosofia funcionalista do design, foram complementadas pela repetição de ‘clichés’ míticos saídos da boca de alguns arquitetos de Chicago, como Mies que teria dito: «cale-se e construa» e «Quanto Menos Mais»; ou de Sullivan: «A forma segue a função».

Devido à sua grande exatidão, edifícios com elementos em ferro são particularmente adaptáveis para um uso de sistema modular em edifícios. Um importante aspeto, é o desenvolvimento para uma uniforme conexão de técnica de sistemas que permitem uma rápida montagem. No entanto, o metal, não é só usado como forma estrutural, a sua utilização passa também pelo fecho de espaços assim como o revestimento de fachadas, sendo este último, o que mais interessa neste tema. Em adição às construções em ferro, que são geralmente baseadas em convencionais grelhas regulares, hoje em dia, com a ajuda dos computadores, o sistema da construção metálica pode ser aplicada de formas geométricas mais complexas à construção. O desenvolvimento do aço inoxidável em 1912 providenciou aos arquitetos, um material novo com uma combinação ideal de força, resistência à corrosão, facilidade de trabalhar o metal, e uma imagem moderna.<sup>2</sup> Por mais de 70 anos, o aço inoxidável providenciou uma proteção externa, em muitos dos maiores edifícios do mundo tais como o Chrysler Building 1930 até às torres gémeas em Kuala Lumpur de 1990. Os avanços no processo do material e os acabamentos tecnológicos, particularmente na última década, dá aos arquitetos hoje em dia um enorme leque de aço inoxidável de grande qualidade que permite com que o material seja utilizado tanto no interior como no exterior. Por ser um dos materiais mais fortes, mudou o curso da História, moldando a civilização e a forma como vivemos.

O aço encontra-se por detrás de ícones arquitetónicos em Nova Iorque como, a ponte de Brooklyn (fig 1.10), Gateway arch ou até mesmo o Empire State Building. Hoje em dia os cientistas estão a reconstruir a estrutura molecular do aço, que faz com que tenha a capacidade de construir

---

<sup>1</sup> Sarnitz, August, Wagner, Taschen, 2003

<sup>2</sup> Walter, Gropius e a Bauhaus, Giulio Carlo Argan, Coleção Dimensões, Editorial Presença, 2ª edição, 1990

<sup>2</sup> Documentário, Discovery Chanel, mega construções, o aço

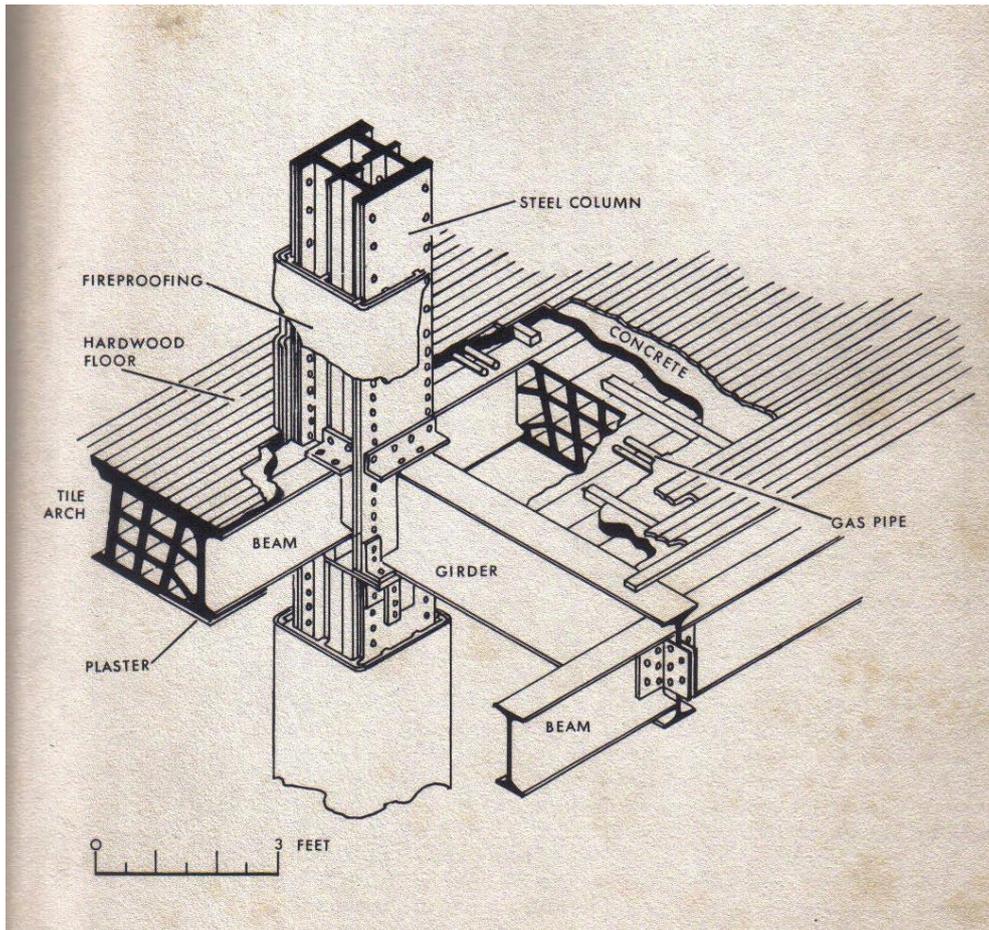


Fig.1.7 pormenor construtivo edificio Le Baron Jerrey, Chicago



Fig.1.8 edificio Le baron Jerry Leiter, Chicago

obras mais altas, mais resistentes, mais fortes. Versátil, durável, flexível, hoje em dia encontramos este material em todo o nosso quotidiano, desde que acordamos e saímos de casa até nos deitarmos. Encontra-se em torradeiras, aparelhos tecnológicos, utensílios de cozinha, carros, aviões, combóis, barcos, edifícios, etc.

O aço tem na sua capacidade de versatilidade, o poder de com facilidade lançar um avião às nuvens, assim como a sua capacidade em conservar alimentos.

O único limite para a utilização deste material é a imaginação da mente humana.

Ao contrário do ouro ou da prata, o aço inoxidável não é um elemento natural. É preciso criá-lo. Para esse efeito, é necessário a participação do Homem. Para o aço não há limites no que toca à construção.

Ao longo dos séculos, a fabricação do aço foi-se aprimorando-se, sendo que no início ninguém podia aquecer grandes quantidades de ferro a 2800 graus.

Só depois de 1800, o engenheiro, Harry Brearly, descobriu a tecnologia que torna este processo possível.

Esta descoberta aparece quase que em simultâneo com a revolução industrial. A civilização Ocidental quer crescer, e para isso tem que encontrar novas formas de criar infraestruturas e se expandir. Nesta altura o aço era ainda pouco aceitável por parte dos engenheiros, por não ser um material em que se pode-se ter totalmente certeza das suas capacidades. O século 19 era marcado então como já referido, pela utilização do ferro.

Foi em Nova Iorque que a utilização do aço viria mostrar ao mundo as suas capacidades.

Em 1860, Nova Iorque e Brooklyn estavam separados por 500 metros pelo west river, era necessário então, a criação de uma ligação para a passagem do comércio e transportes.

Foi então que a construção da ponte Brooklyn, foi concebida. Ao primeiro olhar, parece que a ponte é suportada por uma estrutura em pedra, mas na realidade, é o aço que serve de estrutura a todo o tabuleiro. A execução de uma ponte tradicional em alvenaria, estava fora de questão, até porque a construção de uma ponte com estas características iria ficar limitada à sua altura, fazendo com a navegação fosse limitada a barcos.

Com a execução da ponte Brooklyn, o pé direito para a passagem de barcos viria a ter cerca de 70 metros, sendo a altura total de 91 metros nas estruturas em pedra. A construção desta ponte marca a entrada de um novo material que iria mudar a forma como se constrói.<sup>2</sup>

Porém, o aço apresenta um problema que é facilmente corrigido, problemas esses que são a corrosão e a ferrugem. O processo para a solução deste problema, passaria e passa por galvanizar, que consiste num processo em que o aço é mergulhado em zinco em estado líquido, fazendo com que se crie uma armadura contra os elementos naturais. É um processo muito utilizado nas carroçarias dos automóveis, dando-lhes muita mais longevidade de vida.

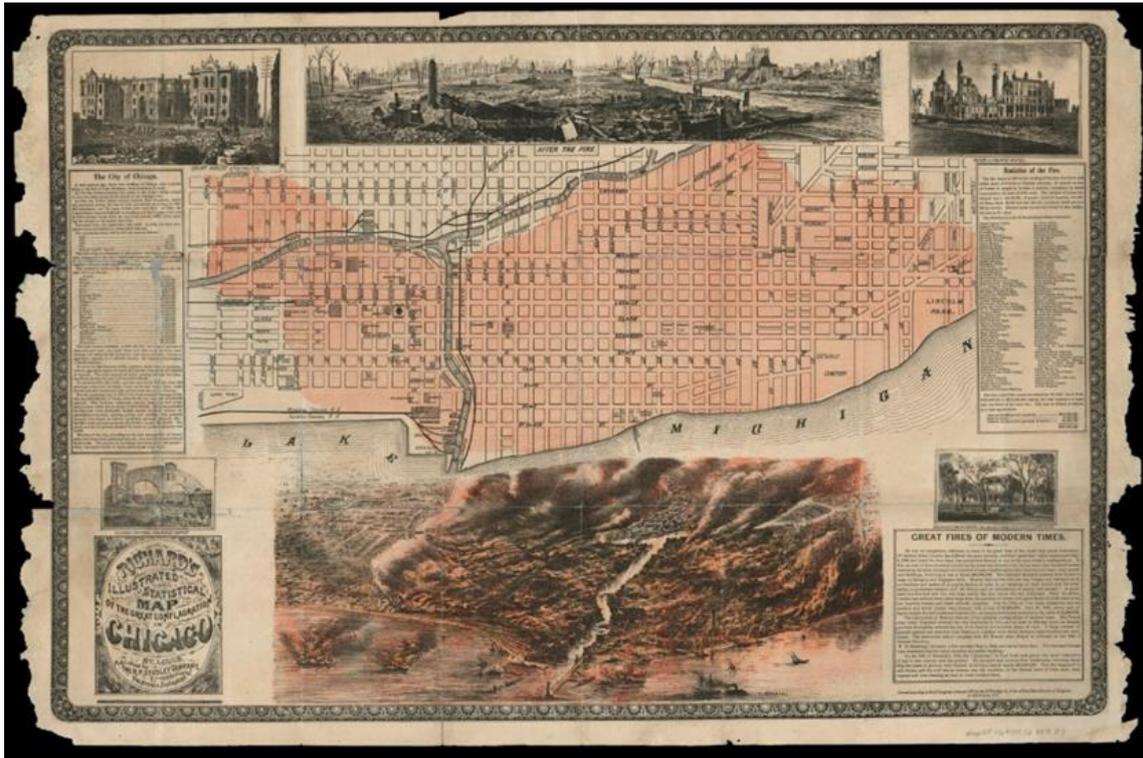


Fig.1.9 Planta da cidade de Chicago após incêndio,1871.



Fig.1.10 Construção da ponte de Brooklyn

## 1.2 Fachadas Leves- Introdução Histórica

A construção de uma nova forma arquitetónica, ou de uma nova forma arquitetónica construtiva, nunca é consequência de uma invenção instantânea, mas sim, responde a uma evolução de um processo e ideias, por vezes um desejo intemporal, que de repente encontra a circunstância e os meios para se poder desenvolver. É o caso das fachadas leves, cujos antecedentes tiveram que esperar por um desenvolvimento da tecnologia adequada às suas possibilidades, mas também de uma evolução de ideias formais da arquitetura, para poder integra-las num, novo conceito estético.

Na realidade, num ponto de vista antropológico, assim como o homem necessita de utensílios, vestuário, para uma segunda pele, que serve de proteção ao clima, seja o frio ou o calor, na arquitetura, corresponde, a uma segunda pele capaz de criar uma maior proteção climática e um âmbito de privacidade. Em povos primitivos, esta necessidade é tão literal, como para empregar a própria pele dos animais na criação de habitáculos, como fazem os tuaregs no Sahara, os índios americanos, ou os beduínos do deserto, que tem as suas tendas cobertas de pelo de cabra ou de camelo. Também as fibras vegetais em forma de talos, folhas ou ramas, servem ao homem nos seus estados primários para fazer cabanas, que hoje em dia, tem vigência em países como o Iraque, onde se fazem importantes construções de juncos, ou inclusive nos Estados Unidos, que conserva no Nebraska uma tradição de construção de casa com fardos de palha. Todas estas técnicas de construção ligeira tem não obstante, pouco papel no desenvolvimento da arquitetura mundial devido à sua fragilidade. <sup>1</sup>

Com o surgimento do novo gótico, agora replaneado pelo teórico Viollet Le Duc, pode contar com um material como o ferro que viria a revolucionar a história da construção, ao permitir abordar maiores luzes com umas estruturas incríveis. Os muros desaparecem, para converter-se em barras formadas por vigas e suportes que proporcionam a ideia de criar fachadas leves. Todos reconhecem como primeiro grande exemplo de uma construção ligeira o exemplo no século XIX o Crystal Palace, de Joseph Paxton, criado para a exposição de Londres em 1851, que tem precedentes noutros invernaáculos, alguns bastante anteriores, como o jardim de Nymphenburg, em Munich, projetado por Friedrich Ludwig Von Sckell em 1807.

O primeiro edifício conhecido que utilizar a chapa de ferro nas suas fachadas, é o armazém naval de Sheerness (fig.1.11), construído em 1858, pelo engenheiro G.T Green. Ao início não se procura uma nova criação de tipologia de fachada, mas sim imitar a prestigiosa aparência das construções em pedra.

O conceito da fachada leve, como se pode verificar, já estava criado no final do século XIX, porém este estava exclusivamente associado ao vidro, como exemplo dos parâmetros vítreos da fábrica Fagus de Walter Gropius, de 1910

---

<sup>1</sup> Tectonica fachadas ligeras, nº1 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1996



Fig.1.11 armazém naval de Sheerness



Fig.1.12 Jean Prouvé, maison du peuple en peuple

Tem que passar várias décadas para que se clarifique a ideia da construção moderna reticular, em se dispõem um esqueleto estrutural fechado e compartimentado, com peças superficiais que atuam como membranas e que podem ser transparente e opacas.

Em 1939 Le Corbusier, apresenta um projeto de casas em que fala de “montaje en seco”, é dizer, à base de elementos construtivos prefabricados que se montam sem necessidade de argamassas. Estas técnicas não se desenvolvem por completo até que o construtor-arquiteto Jean Prouvé experimenta com distintos materiais e sistemas de fabricação. Já em 1983 construiu a Maison du Peuple em Clichy, com painéis concebidos como elementos monobloco de chapa pregada e soldada, unidos mediante juntas elásticas que se adaptam às dilatações, sem repercutir na estrutura do edifício.

O próprio Le Corbusier abandona rapidamente a utopia de uma pele toda em vidro, e começa a falar da *fenêtre en longer*, uma conceção de cerramento em que se alterna os panos transparentes ou translúcidos com outros que traz uma inércia térmica maior ao conjunto de encerramento da fachada. Reaparece, por seguinte, o clássico tema da composição do muro, e com ele uma certa estruturação do elemento construtivo que impedirá a sua isotropia e neutralidade.

Prouvé determina através da experimentação nos seus projetos, o desenvolvimento de novos elementos de fachada: 1938, chapa pregada na Maison du peuple (fig.1.12/1.13) de Clichy; anos 40, os painéis de espuma plástica e contrachapa na Maison de L'Abbé Pierre e painéis sandwich de chapa de alumínio com revestimento de poliéster expandido e interior de madeira na Maison Dollander. <sup>1</sup>

Por volta dos anos 90, surge uma técnica construtiva, que rompe completamente com as tendências anteriores. A colocação do isolamento térmico pelo exterior, como procura de correção de patologias originadas pelas pontes térmicas em sistemas anteriores, deu origem a dois sistemas:

---

<sup>1</sup> Tectonica fachadas ligeras, nº1 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1996

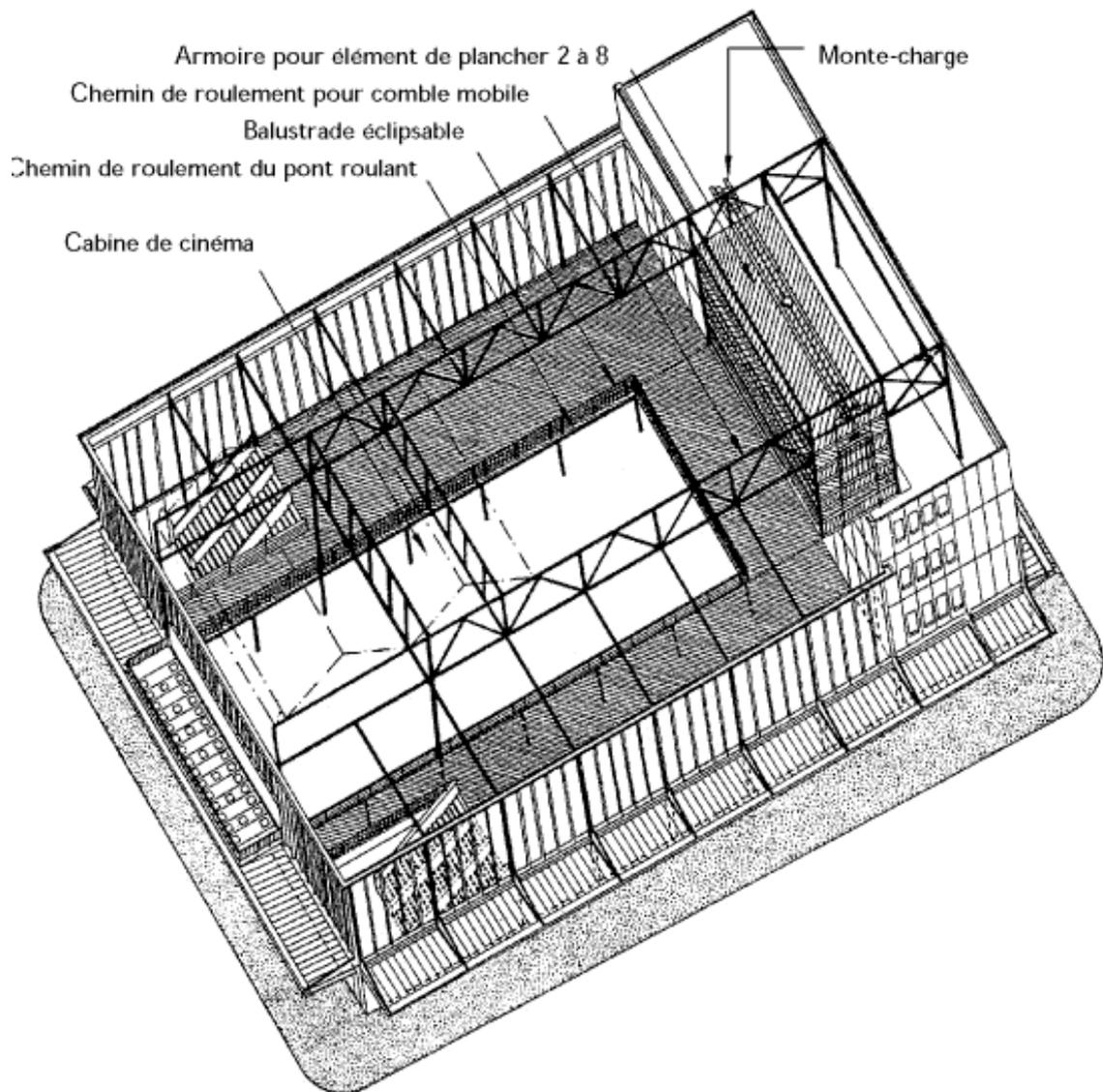


Fig.1.13 Jean Prouvé maison du peuple en peuple

## CAP II- Conceito

### 2.1 Fachadas

A palavra, “fachada” é uma palavra vulgar do Latim, cuja raiz vem de “fácies”, “facia”, significando respetivamente “frente” e “face”, que corresponde a “aparência” que é um termo visual Português, assim como das restantes línguas descendentes do Latim.

Para além da definição da palavra, a fachada pode ser definida também como face do edifício, que corresponde ao mundo exterior da construção. A primeira essência da fachada é ramificada em duas direções.

Primeiro que tudo, a fachada tem uma maior relação de privacidade com os habitantes do edifício, o objetivo de uma superfície “fachada” exterior é criar abrigo para os habitantes. A fachada contudo deve providenciar uma boa proteção climatérica, assim como, chuva, sol (sombreamento), neve, vento, calor, frio e ruídos para com os habitantes.

A segunda direção, é que a fachada é confrontada igualmente com a vida urbana. Para além de criar um espaço de vivência para com os habitantes, a fachada enfrenta as estradas, ruas, assim como outros edifícios e restante envolvente.

Por outras palavras, a fachada tem um caráter público que molda a imagem da cidade. Consequentemente, a fachada do edifício, torna-se uma ligação entre o privado e exterior, mediante entre duas escalas e contextos. Sendo assim, deve, ao arquiteto, o papel de gerar um mundo onde se integra o interior e exterior ao mesmo tempo e com o mesmo elemento.

*“The façade is still the most essential architectural element capable of communicating the function and significance of a building. I say still, having in mind its theoretical destruction proclaimed in the twentieth century where the ideology of the free-standing object, visible from all sides, became predominant.”<sup>1</sup>*

As fachadas são tratadas como um elemento independente do resto do edifício e têm um papel mais significativo no sistema “edifício”.

Neste contexto devem ser tidas em atenção sempre que se concebe uma fachada os seguintes aspetos, a função: Para que deverá ser desenhada e quais são as solicitações a que esta deve dar resposta? Construção: Como são os elementos/ componentes da fachada do edifício e como se conjugam no todo? Forma: qual será o aspecto? Energia: Qual é o consumo energético da fachada no fabrico dos componentes, durante a construção, uso e demolição e qual a influência da configuração desta no consumo energético do edifício?

1

---

<sup>1</sup> Krier, R. (1992). “Facades.” Elements of Architecture. London: Academy Group Ltd. p. 60.

<sup>2</sup>Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas, Cunha Márcio, Dissertação,FEUP,2006

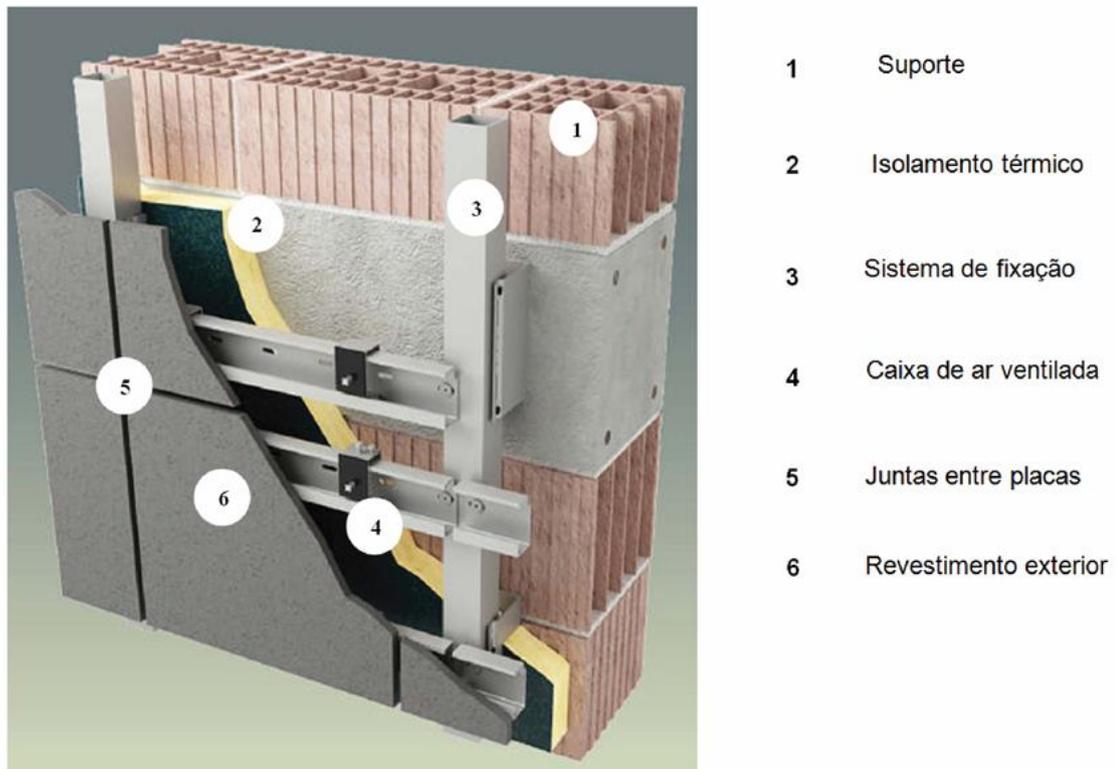


Fig.2.1 Revestimento de fachada ventilada, com placas metálicas.

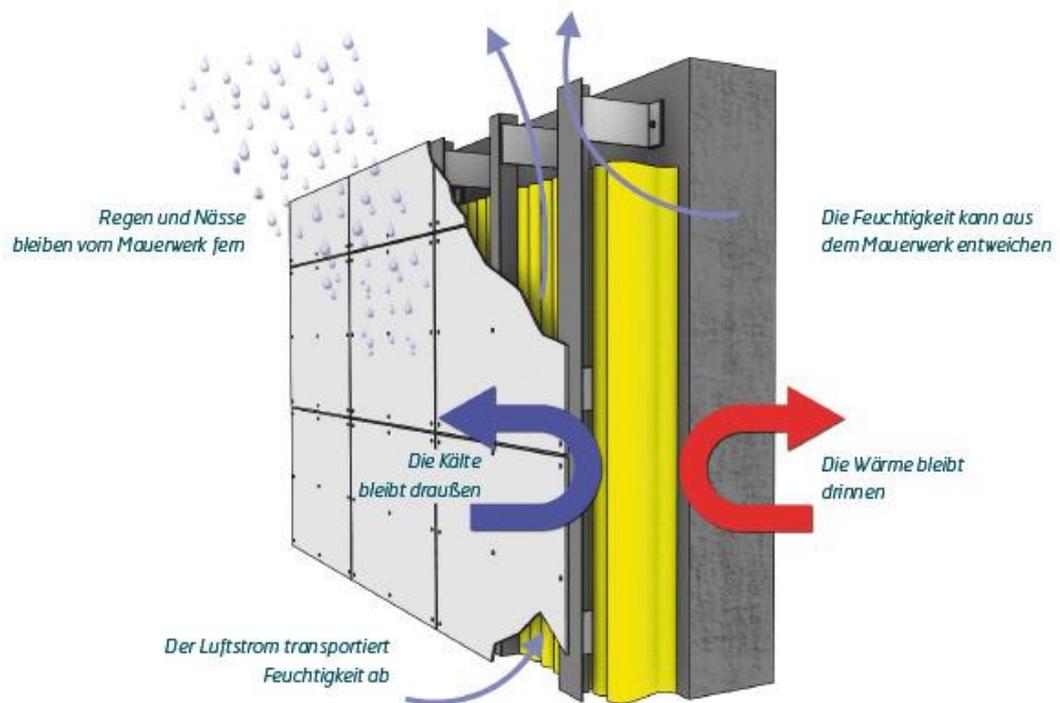


Fig.2.2 Exemplo de funcionamento de revestimento metálico em fachada ventilada

Dos aspetos referidos, a energia é o que tem ganho maior proeminência, devido às crescentes preocupações energéticas. A solução energética deverá estar integrada na função e na forma, já que são estes dois aspetos que determinam o desempenho energético da fachada. No entanto deverão ser sempre ponderadas todas as questões em simultâneo, por serem interdependentes.<sup>1</sup>

É evidente, que a aplicação de painéis metálicos mais generalizada, utiliza basicamente na sua composição mais básica, na sua composição o alumínio, ferro galvanizado, ou soluções mistas, sendo o menos utilizado o ferro inoxidável, o cobre e o zinco, dependendo a sua utilização das casas comerciais e do custo. Dentro dos painéis metálicos encontra-se dois subtipos: por um lado estão os painéis unicapa, formados por uma só chapa metálica (alumínio, geralmente), muito leves e com problemas de condensações, geralmente resolvido com fachadas ventiladas, e o segundo que vai desde realizar painéis mais pequenos, o que faz aumentar o número de juntas por metro quadrado.

O carácter de uma fachada é largamente determinado pelos materiais usados, qualidade e textura. Desde tradicionais paredes em tijolo e madeira, até novas formas de vidro “peles metálicas”. Em muitos casos uma textura específica é envolvida.<sup>3</sup>

## **2.2 Fachada ventilada**

Sendo o tema abordado fachada com revestimento metálico, é oportuno falar sobre fachada ventilada, até porque um está associado a outro.

“É cada vez mais utilizado na construção moderna, o sistema de Fachada Ventilada assume-se, atualmente, como a solução mais eficiente na resolução de problemas de isolamento térmico dos edifícios, ao mesmo tempo que permite conceber projetos de elevada qualidade estética e funcional. A fachada ventilada pode ser definida como um sistema de proteção e revestimento exterior de edifícios, caracterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando, assim, uma camarade-a em movimento. O adjetivo “ventilada” deriva, exatamente, desta câmara-de-ar que permite a ventilação natural e contínua da parede do edifício, através do efeito de chaminé (o ar entra frio pela parte inferior e sai quente pela parte superior). Deste modo, com o “arejamento” da parede, evitam-se as comuns humidades e condensações características das fachadas tradicionais e, conseqüentemente, consegue-se um maior conforto térmico. A Fachada Ventilada tem, ainda, como outras vantagens a montagem fácil e possibilidade de colocação das instalações elétricas e sanitárias no espaço criado entre a parede e o revestimento.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tectonica fachadas ligeras, nº1 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1996



Fig.2.3 Moriyana House, Sanna, Tokyo

A modo de resumo dos prós e contras destes sistemas de fachada fundamentados na ligeireza. A capacidade de montagem e reparação dos elementos de fachada de forma autónoma e independente entre eles. Os gradientes térmicos que podem afetar os painéis multicapa e o efeito destorcedor que produz a orientação, a cor e a dimensão. A resolução adequada dos pontos delicados, esquinas, curvas, etc. A adequação do material do painel a textura <sup>1</sup>

De um modo geral, pode dizer-se que as vantagens oferecidas pelo sistema de fachada ventilada se situa ao nível da melhoria estética e funcional da fachada do edifício e ausência de manutenção quando comparada com processos tradicionais. Melhoria estética, uma vez que este sistema não só evita a deterioração do edifício, como não coloca entraves aos criadores, pelo contrário, permite criar obras de elevada beleza estética. Melhoria funcional, devido às qualidades inerentes ao sistema: excelente isolante térmico; maior durabilidade (protegendo a própria estrutura interna do edifício); diminuição dos problemas relacionados com humidade e infiltrações (devido à ventilação); redução do consumo de energia do edifício (graças à melhoria do conforto térmico). ” <sup>2</sup>

Sabendo que o metal é um material que em comparação com outro convencional, é mais leve dependendo da espessura a que esteja sujeito, está associado a este o conceito de fachada leve. As fachadas leves são soluções de prefabricação leve realizadas a partir de materiais leves tais como o aço, alumínio ou vidro.

Estas camadas, onde se incluem os revestimentos em aço, encontram-se normalmente apoiadas numa estrutura secundária, tais como as madres secundárias verticais ou horizontais, que são fixas à estrutura principal do edifício também podendo ser suportadas através de fixação direta à estrutura resistente principal do edifício.

Como tal, é possível definir três áreas de construção no que se refere às fachadas: a estrutura principal ou primária do edifício, a estrutura secundária e o revestimento.

A estrutura primária suporta as cargas do edifício e transfere as cargas da fachada para as fundações, a estrutura secundária compreende o suporte das cargas do revestimento transferindo as cargas para a estrutura primária e a terceira camada tem uma função, tal como referido previamente, de vedação externa.

As fachadas leves podem ser classificadas de acordo com o seu posicionamento em relação à estrutura principal do edifício, agrupando-se assim em três famílias. Fachada cortina, constituída por uma ou mais camadas, colocada à face exterior da borda das lajes, formando uma cortina exterior ao plano dos pavimentos do edifício.

Fachada semi-cortina; constituída igualmente por uma ou mais camadas, cuja camada interior é colocada entre os pavimentos e a camada exterior se encontra posicionada à face exterior da borda das lajes. A camada interior pode não ser leve, podendo ter função resistente com a camada exterior servindo como revestimento. No entanto, a fachada é formada pela parede e pelo revestimento servindo como vedação externa em conjunto, e a fachada painel em que as camadas são inteiramente inseridas entre os pavimentos.

Elementos tais como chapas metálicas, painéis sandwich, painéis em cassete entre outros, incluindo os componentes de fixação (componentes com o objetivo de assegurar a fixação dos

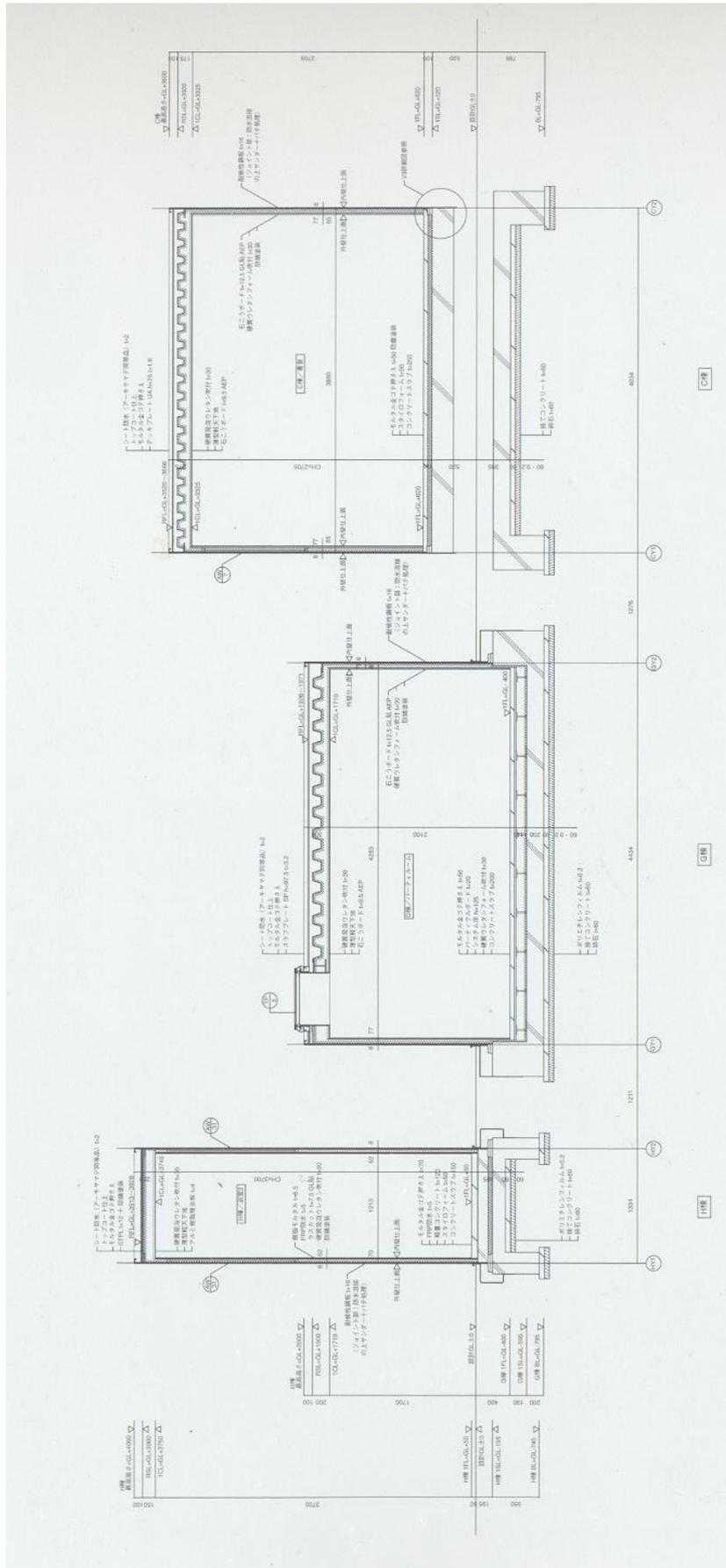


Fig.2.4 corte transversal moriyana House, Sanna, Tokyo

componentes de revestimento à estrutura secundária e eventualmente assegurar a fixação da estrutura secundária à estrutura primária). Inclui as juntas (componentes de vedação sobre a forma de membranas flexíveis ou perfis previamente formados com o objetivo de garantir a estanquidade do elemento de fachada e de garantir a absorção das deformações diferenciais entre os elementos e/ou componentes construtivos) e também os isolantes térmicos (placas de poliestireno extrudido, expandido, lã de rocha, entre outros). O revestimento possui várias funções tais como a definição de uma envolvente que separe o espaço interior do ambiente exterior, assegurar uma envolvente estanque ao ar e à água, providenciar isolamento acústico e térmico, prevenir a propagação do fogo, travar a estrutura secundária e transferir carga para a ela.

Os metais não tem poros, sendo que podem ser considerados impermeáveis. Não obstante, uma fachada ou uma cobertura metálica estão construídas com um conjunto discreto de elementos mais ou menos grandes, sendo que a continuidade do material interrompe-se, sendo assim deve ser estabelecida um desenho adequado entre os elementos. Algumas técnicas construtivas unem as chapas metálicas com um suporte mediante as fixações (passantes), pelo que também se produz interrupções em casos pontuais.

Os metais tem um coeficiente de dilatação térmicos altos, no entanto as juntas entre os elementos metálicos de revestimento, assim como as fixações, devem permitir deformações térmicas que se produzem no revestimento. Tanto o ar como a água tendem a penetrar nas juntas, podendo alterar o conforto do ambiente interior e degradar os elementos construtivos. As ações que podem provocar a entrada de água nas juntas são: a gravidade, capilaridade, tensão superficial, energia cinética das gotas de chuva, pressão do vento e a pressão entre o ambiente exterior e interior.



Fig.2.5 Aplix factory, Dominique Perrault



Fig.2.6 Kultur-fabrik Kofmehl, Stauble

### 2.3 Fachadas metálicas

A ideia de fachadas metálicas, surgiu em Inglaterra na metade do século XVIII. Era uma resposta ao problema de proteger os moinhos de madeira contra incêndios.

Semper viu o aço como uma forma prática de resolver problemas na construção e criar estilos classicistas em edifícios com ainda mais ousadia. Para ele, e para muitos dos seus contemporâneos, no entanto, a única forma onde o metal era permitido em fachadas era como chapa de revestimento. Em 1920 o ferro era experimentado em casas que eram mais acessíveis economicamente, todas elas em ferro. Neste tempo o ferro era já um material não muito caro.

Exemplos correntes de casas experimentais inclui, uma, projetada pelos arquitetos Sanna, que salvaram espaço livre valioso, no centro da cidade de Tokyo, ao usarem uma única camada de metal sólido de 16mm, com um acabamento de pintura branca (fig. 2.3 /2.4)

O metal em geral, não tem eu ser usado sempre como funções de suporte de carga. Cada vez mais arquitetos tem reconhecido o design e as possibilidades de largos formatos em painéis colocados em painéis contínuos, sem precisarem de uma grelha de suporte. Dois extremos são evidentes no tratamento de superfícies: altamente polidos, com uma elevado grau de reflexão, tal como usado pelo Dominique Perrault na sua Aplex factory,(fig.2.5), no oposto temos a superfície que não é polida, ou quase pouco trabalhada, que é o exemplo demonstrado pelos arquitetos Stauble na fachada da Kultur-fabrik Kofmehl em Solothurn (fig.2.6).<sup>1</sup>

Aço, alumínio e cobre, são os metais mais usados na construção de fachadas. Estão disponíveis como materiais de acabamentos na forma de folhas e podem ser usados para criar painéis, formando elementos de conexão. Devido à sua alta expansão quando existe uma variedade de temperaturas, a sua aplicação tem de ser tomada em conta quando este é aplicado. No entanto, painéis metálicos são mais resistentes ao clima ao longo do tempo do que outro material construtivo, a sua superfície pode adquirir uma proteção adicional quando este é galvanizado ou sofrendo uma pré oxidação.

Devido ao seu baixo peso, os painéis metálicos são bastante apropriados para grandes áreas de fachadas. O metal perfurado e expandido, são os mais utilizados em elementos de fachada. Um fator importante para a aparência exterior das fachadas metálicas, é o seu tratamento na superfície.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Steel Construction , Detail, Munchen,47 serie 2007

<sup>3</sup>Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Alumínio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora

<sup>4</sup> Façades, Detail, serie 48, Munchen,

<sup>2</sup> Tectonica fachadas ligeiras, nº1 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1996

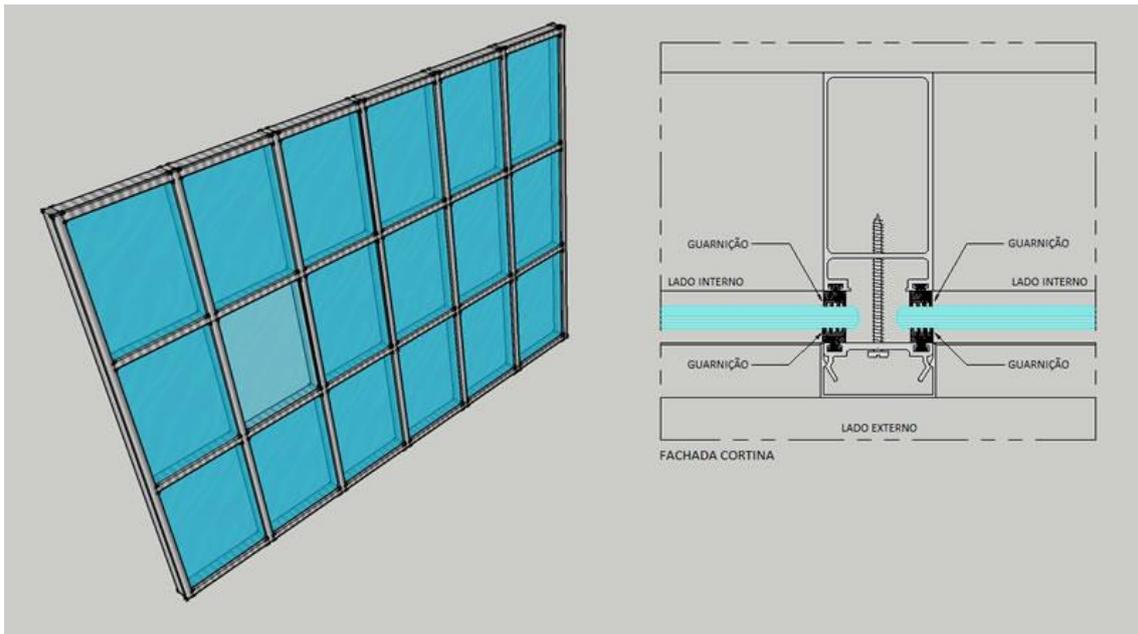


Fig.2.7 fachada cortina

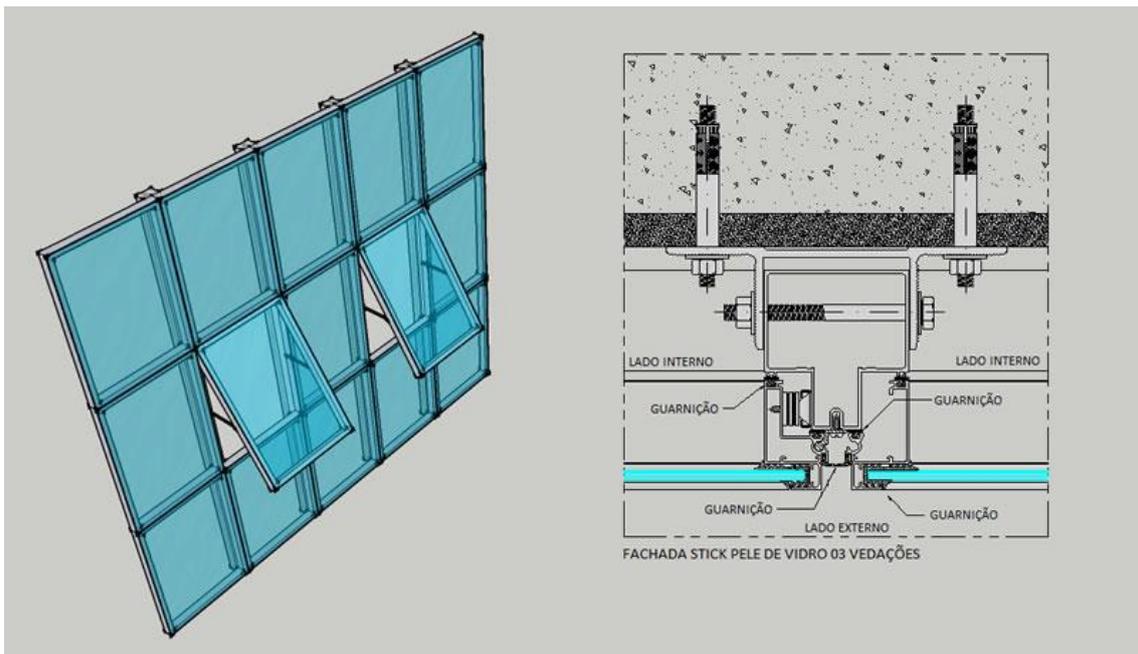


Fig.2.8 fachada semi cortina

Quando a estrutura é em madeira, os painéis metálicos são aparafusados, enquanto se a estrutura for em aço moldado, esta necessita de perfis para fixação. Por norma a espessura de um painel metálico tem 3-6 mm.

Os benefícios de um sistema em fachada ventilada de aço pode ser apresentado em termos das exigências funcionais e estéticas, da seguinte forma:

Uma variedade de cores e texturas na superfície, fachadas leves que permite minimizar as cargas sobre a estrutura de suporte, o revestimento da fachada pode ser altamente pré-fabricado para a velocidade de instalação, assim como custo, sistemas de vidro e aço pode ser utilizado para efeito visual em zonas de entrada e de altura nos átrios, o aço é robusto para danos em painéis de fachada, sendo o revestimento em metal, está sujeito a uma caixa-de-ar que permite um elevado nível de isolamento térmico e acústico. <sup>1</sup>

*“ The dangerous idea that a new style of architecture must emerge because we are now using iron...has already led some talented...architects astray”<sup>4</sup>*

*Gottfried Semper's*

#### **2.4 Sistemas de produção nos sistemas de revestimento em aço**

O mundo atual é imaginável sem o aço. São muitas as qualidades que apresenta, mas a sua qualidade pela qual é mais utilizada, é a sua capacidade estrutural, mais do que qualquer outro tipo de material tradicional. Sendo um produto industrial por excelência, acrescenta para além disto, todo o que as tecnologias modernas tem para oferecer, evolução constante, controlo de qualidade, precisão, e múltiplos acabamentos.

Como ponto de partida, deve-se entender que não existe um tipo de aço, mas sim muitas variedades de aço. Em efeito, a térmica do aço, define uma variação que, mais ou menos arbitrária, contem carbono que varia entre 0,03 e os 2 %, que forma o limite do ferro e da fundição respetivamente.<sup>3</sup>

O conceito de prefabricação na construção baseia-se na ideia de execução dos componentes em série, fora dos seus locais de implantação, criando um sistema construtivo adequado para o seu destino, através de uma execução por meio de operações simples de montagem e união, com a precisão característica dos métodos industriais, mantendo as características e exigências normais de durabilidade, resistência, conforto e aspeto. A aplicação da prefabricação na construção tem como característica determinante o facto de permitir, graças a um encadeamento rigoroso e detalhado durante a montagem, a execução expedita através de mão-de-obra não

---

<sup>1</sup> Tectonica fachadas ligeiras, nº1 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1996

<sup>2</sup> Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Aluminio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora

<sup>3</sup> Tectonica, acero, nº 9 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1998

<sup>4</sup> *Façades, Detail, serie 48, Munchen,*

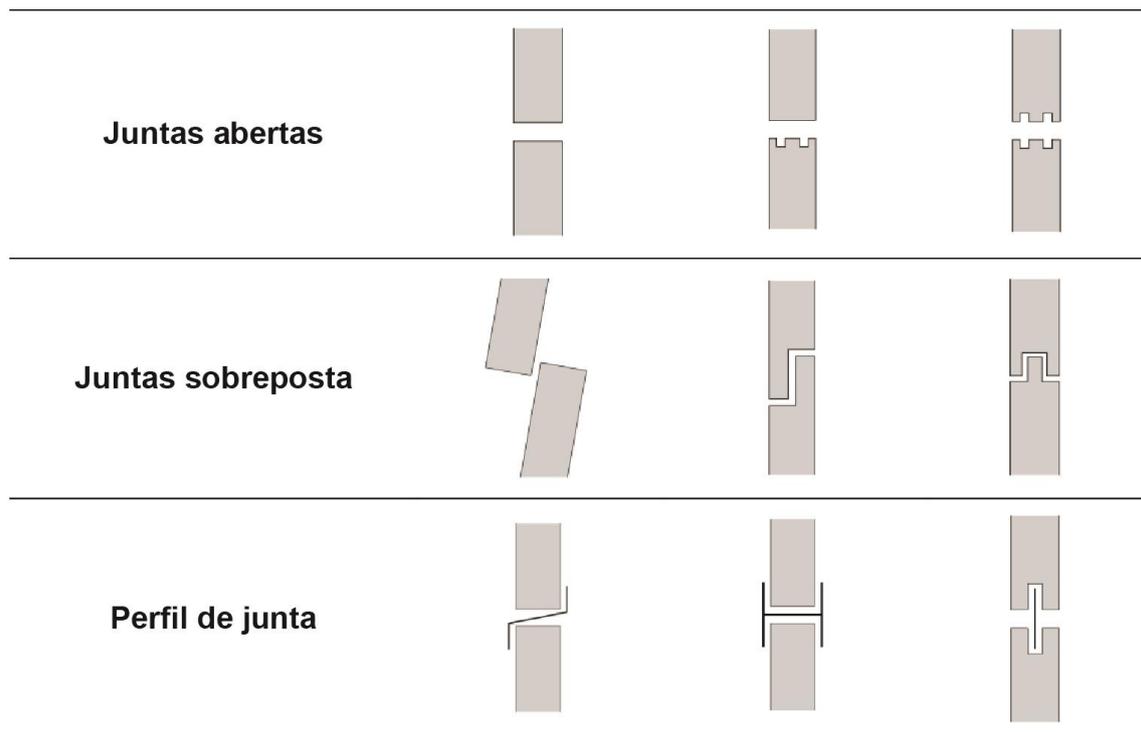


Fig.2.9 tipos de juntas

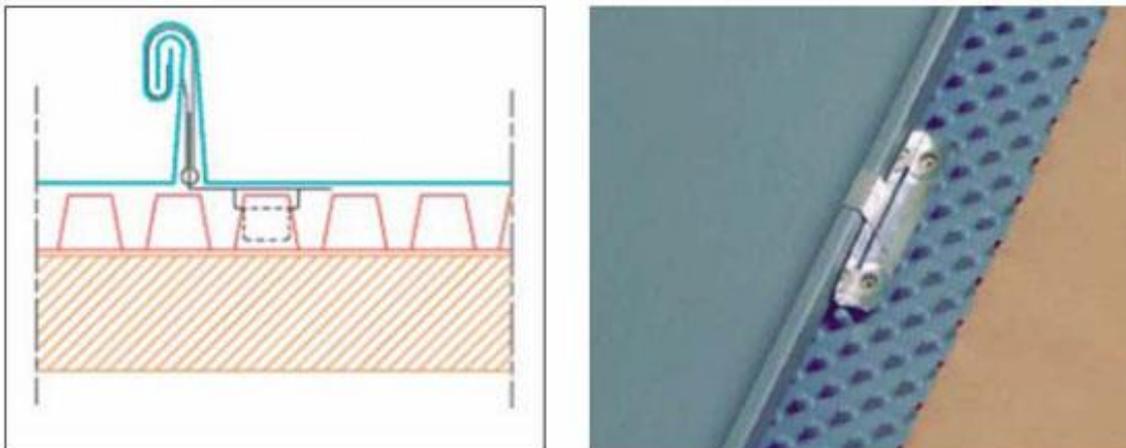


Fig.2.10 juntas engatilhadas

especializada, sem recorrer a alterações ou retoques, permitindo também a redução da necessidade de trabalhos de acabamentos.

É usual distinguir dois tipos principais de prefabricação considerando o peso dos componentes executados. Usando este critério de classificação, a distinção pode ser feita em prefabricação leve e pesada. A prefabricação leve é baseada em materiais e componentes de peso reduzido em que no local de implantação apenas ocorrem operações mínimas de montagens e ligações. A prefabricação leve encontra-se indicada para a produção de elementos não resistentes em construções de prefabricação parcial, mas especialmente, quando não existe ou se justifique a utilização de equipamento pesado para montagem e ligação de elementos, para a execução de construções isoladas e de pequena dimensão, e também para a produção de elementos de baixo número de repetições.

No que se refere à prefabricação pesada, esta encontra-se associada a elementos de betão armado e pré esforçado. Também se pode referir a prefabricação ligeira, que é um tipo de prefabricação associado à utilização de elementos de dimensões reduzidas num processo construtivo e produtivo de grande escala.

## **2.5 Tipos de Juntas**

De modo a garantir que a fachada realiza as funções a que se destina, torna-se necessário combinar elementos de dimensões variadas. Esses elementos são geralmente conectados através de juntas, sendo necessário que as juntas não interfiram com a continuidade dos elementos ou com a aparência da fachada como um todo. Para além do efeito das juntas na aparência da fachada é necessário igualmente garantir a estanquidade à água, ao vapor e às poeiras e partículas.

Os princípios gerais de conceção versam sobre três grandes grupos de propriedades: propriedades geométricas, estruturais e ambientais.

No caso das chapas perfiladas simples existem juntas abertas, verticais e horizontais. A junta vertical encontra-se na ligação das chapas adjacentes horizontalmente e a junta horizontal encontra-se na ligação das chapas adjacentes verticalmente. Neste tipo de juntas, a distância entre as chapas é muito reduzida graças à fixação mas, no entanto, os efeitos de capilaridade podem levar à penetração de água.

De modo a evitar a penetração de água, poeira, ou outras partículas, é corrente aplicar uma massa vedante do tipo butílico ou de silicone. No caso das juntas horizontais, deve-se colocar duas tiras de vedante preferencialmente a 15 mm do fim de cada chapa. No caso das juntas verticais, deve-se aplicar uma tira de vedante contínua entre as duas coroas das chapas. Em ambos os casos, as tiras de vedante devem ter pelo menos 6 mm de espessura e estarem colocadas o mais próximo possível da fixação, pois é a fixação que aplica a força de compressão necessária para garantir a eficiência do vedante.

Nem sempre é possível produzir as bandejas no comprimento necessário para o efeito. Na maioria dos casos o comprimento das bandejas é limitado por questões de transporte e nesses casos as bandejas têm de ser unidas no seu comprimento por sobreposição. Principalmente no

Material	Superfície	Forma	Fixação
Metal	Planas	Rectangular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação por parafusos, pregos ou rebites</li> <li>- Moldura</li> <li>- Sistema de encaixe</li> </ul>
		“Escama” Poligonal	
	Curvas	Simples Ondulada Dupla curvatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação por parafusos, pregos ou rebites</li> </ul>
		Perfiladas	
	Perfuradas	Furada Grelha Malha	
	Réguas ou Lâmina		Simples Nervurada
Aerodinâmica Asa			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação de lâminas</li> </ul>

Quadro1.1 formas e fixações para revestimento metálico

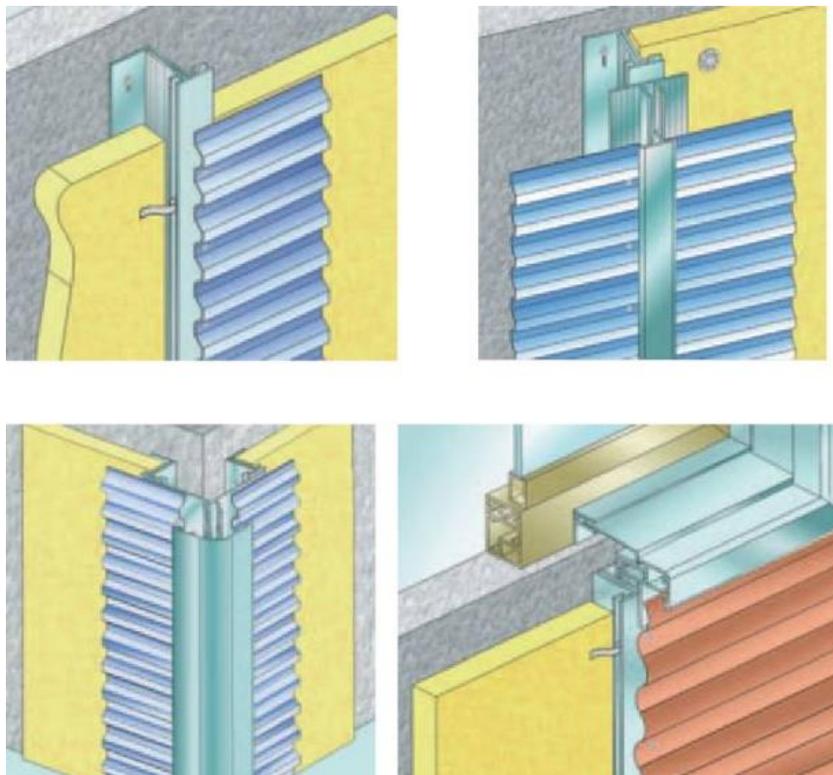


Fig.2.11 aplicação de metal corrugado

caso de coberturas curvas, o limite de altura no transporte não pode ser excedido. Obviamente que se tem de assegurar a absoluta integridade dessa junta. Neste sentido é necessário ter o maior cuidado no planeamento e execução destas sobreposições. As juntas são efetuadas diretamente sobre os clips se esse for também o local do ponto fixo, senão devem ser executadas logo ao lado dos clips. Estas juntas podem ser soldadas ou seladas.

A técnica das juntas engatilhadas consiste em fazer dobragens que se liguem entre as chapas, para que esta impeça a entrada de água trazida pelo vento. Em coberturas clássicas de cobre e zinco, a impermeabilidade consegue-se com este tipo de união. Quanto maior o material da cobertura for, mais fácil é a realização desta técnica. Esta técnica de junta engatilhada cria um labirinto entre as chapas metálicas que não permite a entrada de água, sendo possível ainda a deformação destas peças causadas pelas diferenças térmicas.

1

Na construção de fachadas e coberturas atuais de cobre e zinco, utiliza-se as mesmas técnicas de juntas engatilhadas, com poucas variações. As juntas que seguem a pendente da cobertura realizam-se frequentemente com ripas ou levantadas, enquanto as juntas perpendiculares às anteriores, são realizadas com um engatilhado simples ou duplo. Em fachadas usa-se as juntas levantadas. Outra das vantagens deste tipo de juntas é que a fixação da chapa metálica ao suporte realizasse sem a necessidade de perfurá-la.

As juntas entre placas de perfis metálicos ou de fibrocimento, resolvem-se geralmente de forma sobreposta. Este método, utiliza-se tanto nas juntas paralelas à pendente da cobertura como às perpendiculares.

Alguns tipos de painéis metálicos resolvem as juntas paralelas à pendente da cobertura com rufos, que geralmente é um perfil aberto e recortado às bordas dos painéis. Neste caso, a junta é perfeitamente impermeabilizada, e os parafusos que fixam os painéis ao suporte, estão protegidos pelos rufos, fazendo com que desta maneira a água não entre.

---

<sup>1</sup> Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Alumínio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora



Fig.2.12 Edifício Vitra, Alemanha Frank Gehry



Fig.2.13 Museu Guggenheim Bilbao, Frank Gehry

## **2.6 Adaptabilidade**

Os artesãos de metal, são capazes de transformar uma chapa plana de metal, numa superfície com dupla curvatura. Algumas ferramentas adequadas, como o martelo de embutir ou o martelo de recalcar, juntamente com a habilidade do artesão com a ductilidade do próprio material fazem com que este processo seja possível. No mundo industrial este processo também é possível de se alcançar.

As prensas, permitem criar de uma chapa plana a carroçaria para um automóvel, sendo um perfeito exemplo da capacidade de molde que a indústria tem sobre o metal. A par da capacidade das máquinas indústrias, as atuais ferramentas informáticas permitem criar estruturas e superfícies arquitetónicas complexas.

Com a ajuda de programas 3D, como rhinoceros, cinema4D entre outros, é inclusive possível determinar o corte exato dos elementos que subdividem a superfície. Um dos arquitetos que recorreu às tecnologias para facilitar o processo foi Frank Ghery, que adora os formatos que cria quando está a fazer esboços, e nunca lhe ocorreu que o poderia fazer num edifício.

A primeira construção em que construiu algo com uma complexidade assim, foi o edifício Vitra, na Alemanha (fig.2.12). Quando o projeto ficou concluído, Frank Ghery não tinha ficado muito satisfeito, pois não estava representado com a mesma exatidão com que estava no papel. Foi quando começou a incorporar o computador nos seus projetos.

Contudo, construir uma superfície de revestimento é algo mais. Para além de se adaptar os elementos a forma geométrica da dita superfície, deve-se criar suportes para a mesma, com o objetivo de serem estáveis com as ações eólicas. Sendo assim, deve-se conceber juntas para o revestimento que mantenham a estabilidade requerida e que se possam dilatar e contrair-se sem que a sua textura original seja alterada. É cada vez maior o distanciamento entre a arquitetura que se pode conceber e representar que realmente da que se pode construir.

Esta situação evidencia-se nos revestimentos e formas complexas com produtos metálicos. Na maior parte das vezes acabam sendo construídos com sistemas que se pode classificar de artesanais. Nos processos referidos geram-se duas fases de produção: a primeira abrange a conceção da forma até a materialização do elemento que subdivide a superfície, onde predomina as tecnologias, enquanto a segunda fase consiste em executar na obra, que frequentemente é aplicada de uma forma componente artesanal, que vai aumentando consoante a complexidade da superfície.

## **2.7 Maleabilidade do Material**

Apesar da corrente limitação na inovação e a conquista do plástico em muitas pequenas aplicações, os metais continuam a dominar várias áreas na arquitetura, fruto de um atributo importante, a sua capacidade de ser maleável.

O manuseamento maleável natural dos metais, significa que são capazes de suportar forças adversas que iriam destruir outro tipo de materiais estruturais. A sua capacidade de flexão e curvatura, expandir e contrair vezes sem conta sem perder a sua força,

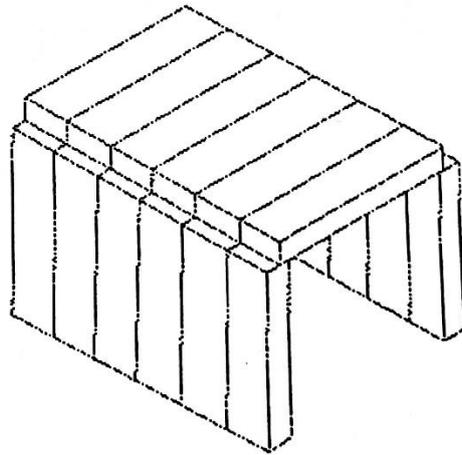


Fig.2.14 exemplo aplicação de painel pequeno

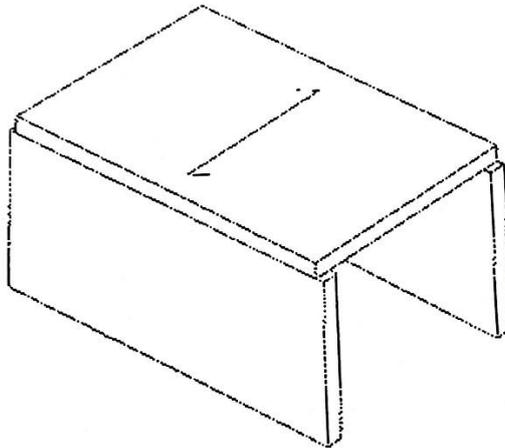


Fig.2.15 exemplo de aplicação de painel médio

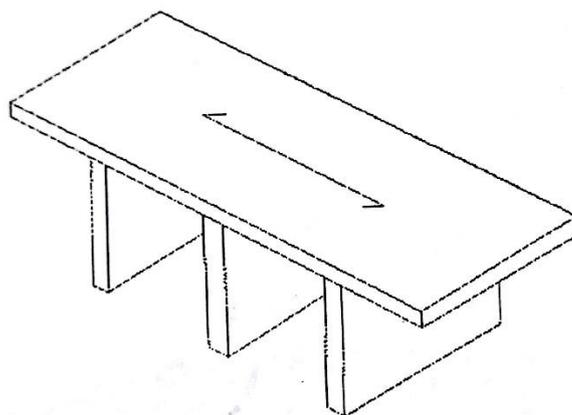


Fig.2.16 exemplo de construção transversal

significa que atualmente, que não existe outro tipo de material que arquitetos e engenheiros possam depender da mesma forma para as necessidades estruturais de um edifício.

A sua maleabilidade permite igualmente aos metais, serem esculpido, moldado, cortado, preenchido ou perfurado enquanto se sabe como o material irá reagir em termos de força.

Este atributo único do metal, combinado com a evolução tecnológica como computador, permite moldar, perfurar dando-lhe forma, dando um novo sentido de vida a este material.

Vê-se hoje em dia, metais como o titânio, alumínio, e mesmo o cobre em fachadas de edifícios com formas orgânicas bastante complexas, estruturas que se assemelham pela sua forma a pétalas de flores, isto é possível com o tratamento do conhecimento informático contemporâneo, sabendo, o quanto pode ser fino, o quanto peso, ou o quanto perfurado.

A perfuração, por exemplo, torna-se funcional, reduzindo o peso onde não é necessário, e de fato, devido à tendência de alguns metais apresentarem alguma resistência no seu manuseamento, a perfuração faz com que este aspeto não seja de todo um incómodo.

Fachadas decorativas como a Thom Faulder's Airspace Tokyo, mostra de que maneira estes tipos de forma podem ser desenvolvidos.<sup>1</sup>

## 2.8 Tipos de aplicação

### Aplicação em Painel:

Este tipo de sistema funciona com uma estrutura toda ela regular, em que o que delimita espaços ou até mesmo encerra-los são os painéis. Estes painéis podem ser de metal, madeira, betão, ou até mesmo de alvenaria. Ambos podendo ter vários tamanhos, pequenos, médios ou largos, painéis estes que são autoportantes. A construção em painel tem diferentes tipos, de acordo com estes três princípios:

- Construção de painel pequeno:

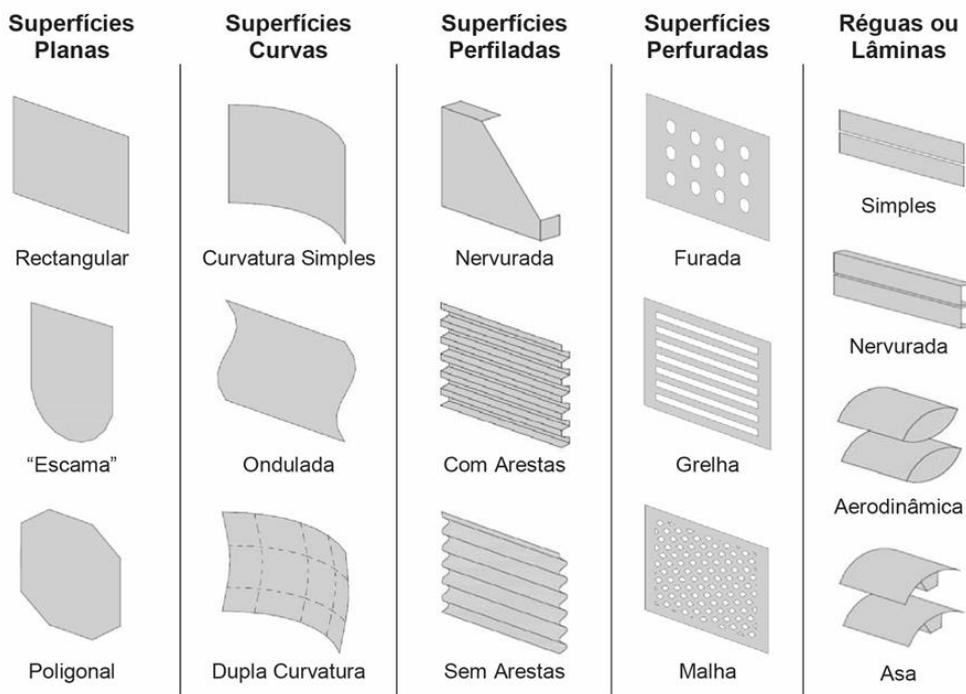
Hoje em dia, a utilização de painéis de pequenas dimensões são só usadas em níveis de rés-do-chão, ou em edifícios de lojas. Pequenos formatos de painéis, permitem uma maior individualização no processo do desenho, do que se fosse em formato largo, contudo, o número de juntas é considerado maior e tem-se que ter em atenção quando projetado.

- Construção de painel largo:

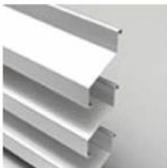
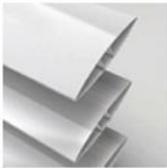
O sistema estrutural de painéis de grande dimensão, consiste em placas de piso, suportadas em quatro pontos pelas paredes longitudinais e transversais a este mesmo. Estas placas devem ser

---

<sup>3</sup>Material Innivation, Architecture, Andrew H.Dent & Leslies Shern, Thames & Hudson, London, 2014



Quadro 1.2 plano de superfícies

Forma	Fixação
Lâmina simples	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação por parafusos</li> <li>- Sistema de encaixe</li> <li>- Fixação para lâminas fixas</li> <li>- Fixação para lâminas móveis</li> </ul>
Lâmina em Z	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação para lâminas fixas</li> <li>- Fixação para lâminas móveis</li> </ul>
Lâmina aerodinâmica	

Quadro 1.3 forma de fixação em revestimento em lâmina metálica

suportadas de forma longitudinal às paredes, as paredes transversais, atuam só como elementos delimitadores de espaço.

- Construção de parede transversal:

O sistema estrutural consiste em paredes transversais à laje, para servir de suporte a este mesmo. Como direção da laje é longitudinal, esta pode ser construída de forma continua sobre as paredes adjacentes que servem de estrutura. Nas fachadas, as extremidades não carregam qualquer tipo de carga, sendo possível serem encerradas com elementos leves. Geralmente, paredes exteriores devem respeitar a física da construção, assim como a sua facilidade na aplicação, devem ser leves o suficiente para serem facilmente montadas.<sup>1</sup>

A construção em peças, é o princípio básico no que respeita aos edifícios com painéis metálicos. As diferenças, no entanto, está nas forças que são transferidas pelas colunas.

As poupanças de peso do metal, comparadas com a madeira, é aproximadamente 30%, enquanto comparada com a alvenaria é de cerca 66%. Este método de construção é bastante usado no Japão, mas que tem vindo a crescer no mercado das casas nos EUA, Canada e Austrália. Ambos os painéis largos ou pequenos, podem ser usados em sistemas construtivos em peças. Pequenas placas, tem a vantagem de se adaptarem a uma maior variedade de formas no edifício.

Paredes de painéis de folha metálica são por norma peças pré fabricadas, que são praticamente ajustáveis para a repartição de espaços assim como o seu fecho. Podem ser fabricados numa só camada ou em dupla, assim como pode ter ou não ter isolamento. Devido à sua baixa capacidade térmica, estes painéis não satisfazem as necessidades que uma casa requer, sendo que a sua aplicação é mais usada na construção de armazéns.

### 2.8.1 Tipos de aplicação de Revestimento metálico

A observação que se faz de revestimentos metálicos antigos e modernos, verifica-se que existe uma serie limitada de formas de organização no revestimento metálico, sendo que existe alguns tipos de corte e aplicação como:

**Aplicação em quadrícula:** Esta aplicação é utilizado em superfícies planas. Os elementos que constituem o revestimento são quadrados ou retangulares, em forma de placas, painéis ou bandejas, e com juntas verticais e horizontais continuas. As juntas entre os elementos podem ser abertas, existindo uma caixa-de-ar posterior para a entrada de água, servindo para fazer a sua evacuação.

**Aplicação com placas verticais, horizontais e inclinadas:** Este tipo de aplicação utiliza-se em superfícies planas e superfícies de simples ou dupla curvatura. Os elementos que constituem o

---

<sup>1</sup> Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Alumínio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora

<sup>1</sup> Staib Dorrofer Rosenthalk, Components and Systems, edition Detail, Berlin

Forma	Fixação	
Painel simples		
Painel tricamada		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fixação por parafusos, pregos ou rebites</li> <li>– Moldura</li> <li>– Sistema de encaixe</li> </ul>
Painel em favo		
Painel Cassette		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fixação por parafusos, pregos ou rebites</li> <li>– Sistema de encaixe</li> </ul>
Painel perfilado		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fixação por parafusos, pregos ou rebites</li> </ul>
Painel perfurado		

Quadro 1.4 Formas de fixação

1

revestimento podem ser retangulares ou trapezoidais. Mantem-se a continuidade da junta vertical, horizontal ou inclinada coincidindo com a direção predominante do corte. Os elementos podem ser placas, painéis ou chapas. Em superfície de dupla curvatura, os elementos utilizados devem ter a capacidade de adaptar-se com facilidade à superfície, o que dificulta a utilização de painéis rígidos. As juntas dependem em cada caso do tipo de elemento empregado.<sup>2</sup>

**Aplicação em escada:** Similar ao anterior, não é tao exigente na precisão do corte, já que a forma em escada simula os possíveis erros. Utiliza-se este tipo de corte em superfícies planas de simples ou dupla curvatura. Os elementos que formam o revestimento podem ser em placas ou em chapas. As juntas resolve-se pelo processo de engatilhar, soldando atrás destes elementos complementares para se poder realizar de forma adequada. No mesmo seguimento, existe o corte em escamas que o que muda e o seu posicionamento.

É utilizado frequentemente para revestir coberturas e fachadas com peças de madeira, pedra cerâmica e fibrocimento. Frequentemente é utilizado neste processo peças de formato pequeno, retangular, em alguns casos com esquinas chanfradas para facilitar a colocação. A vedação consegue-se a partir da sobreposição das peças, de maneira a que as juntas fiquem protegidas. O tipo de metal que mais se utiliza neste tipo de processo é o zinco, que faz com que imite as escamas de um peixe. Devido à pequena dimensão das escamas, com este tipo de corte, pode-se revestir sem dificuldades superfícies com formas bastante complexas.

**Corte em diamante:** Surge como alternativa aos cortes com pequenos elementos hexagonais, próprios dos revestimentos em pedra e cerâmica. A simplificação construtiva da junta, conduziu a que neste caso os formatos sejam quadrados. É utilizado no revestimento de superfícies planas e de simples curvatura. O formato de pequenas dimensões possibilita a sua adaptação à forma da superfície. Frequentemente são de chapa e utilizam juntas engatilhadas para resolver a união entre elas.

**Corte Aleatório:** Existe ocasiões em que se busca por um corte que rompa a ordem de uma simetria determinada. O exemplo mais significativo está no revestimento em aço inoxidável no projeto Experiencie Músico Project de Frank Gehry (fig 2.19). Neste caso, para além da complexidade que é exigida na fabricação das peças trapezoidais de tamanhos diferentes, a estrutura que é necessária para suportar este revestimento tem como objetivo de acompanhar todo este revestimento de forma a cumprir as exigências básicas de impermeabilização, as mudanças térmicas assim como a possibilidade para a montagem em obra.

---

<sup>1</sup> Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Alumínio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora

<sup>2</sup> Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Alumínio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora



Fig.2.17 Clinica Lou Ruvo Center Frank Gehry, Las Vegas



Fig.2.18 Case Western University, Frank Gehry

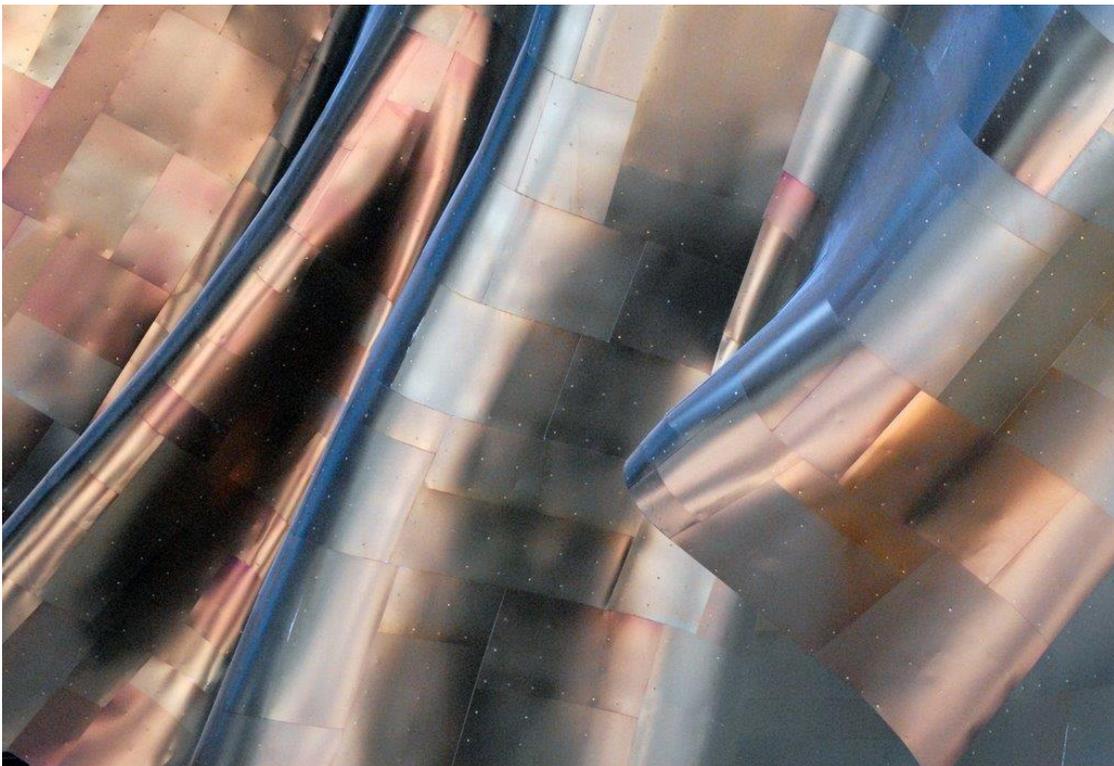


Fig2.19 Experiment Music, Frank Gehry

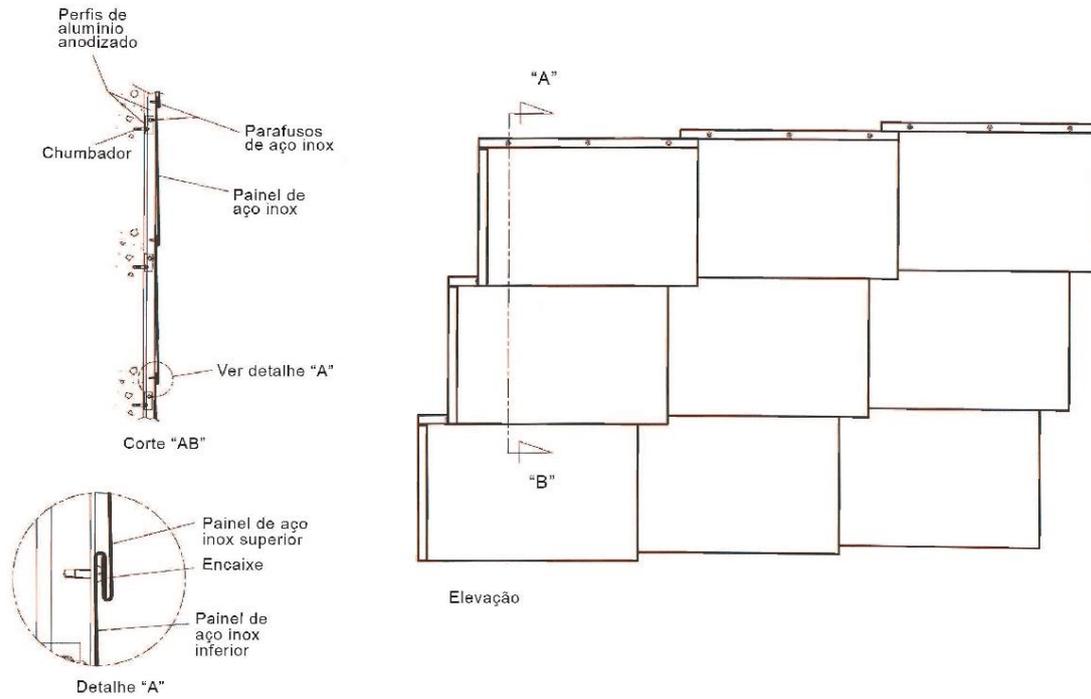


Fig.2.20 aplicação em escama



Fig.2.21 Museu Guggenheim, Bilbao, Frank Gehry

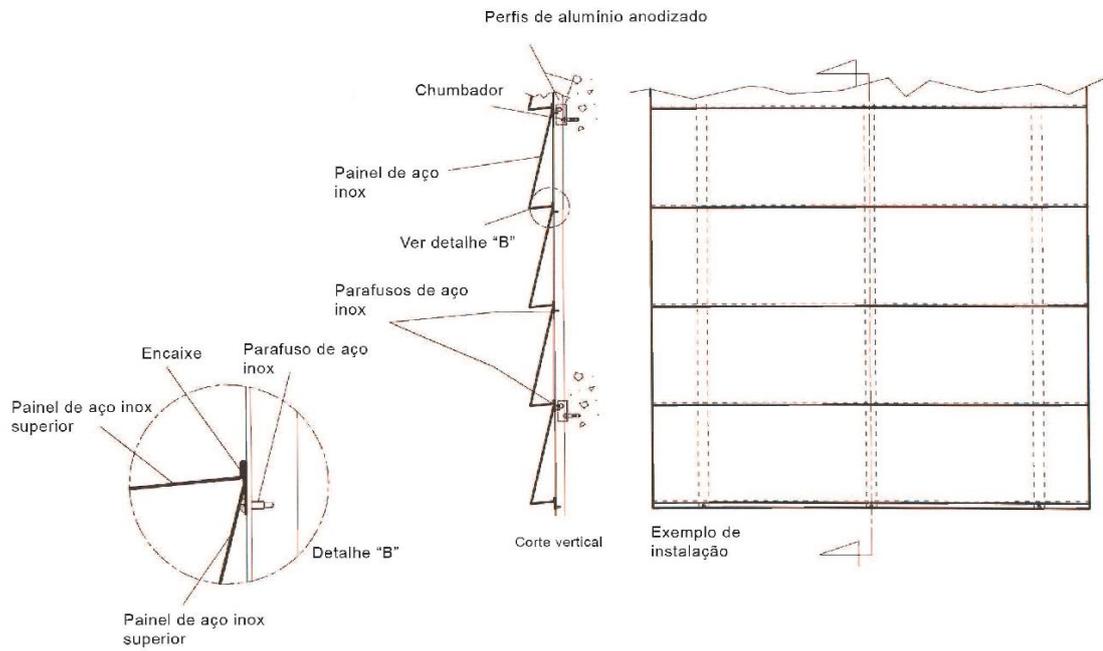


Fig.2.22 exemplo de aplicação em escada



Fig.2.23 Naturalis museum, Netherlands

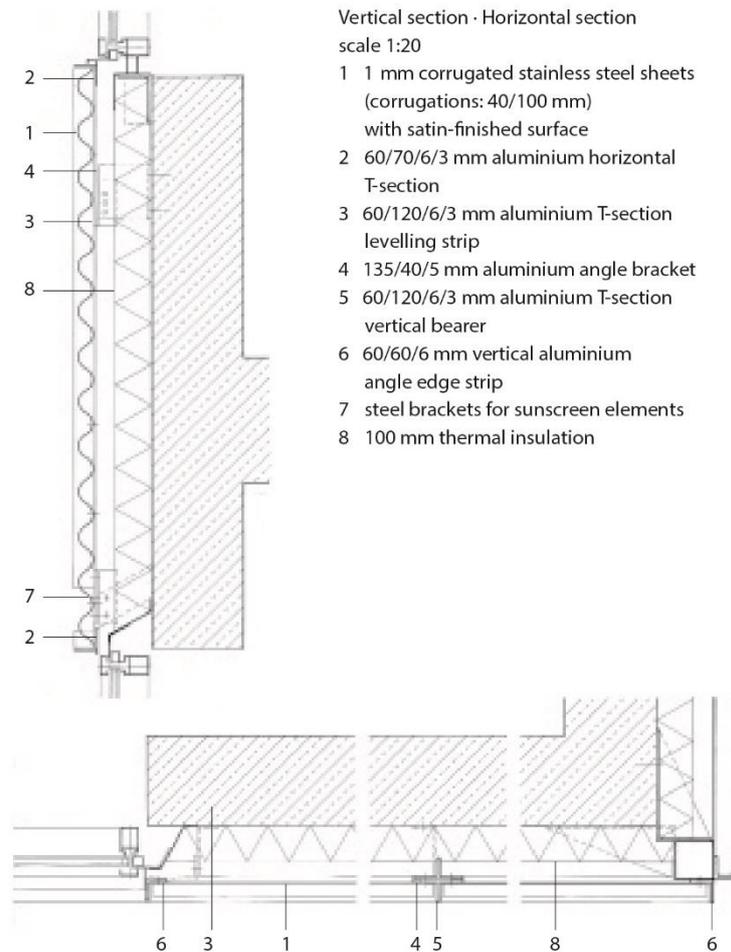


Fig.2.24 exemplo de aplicação de metal corrugado



Fig.2.25 aluminium Home Forstberg,

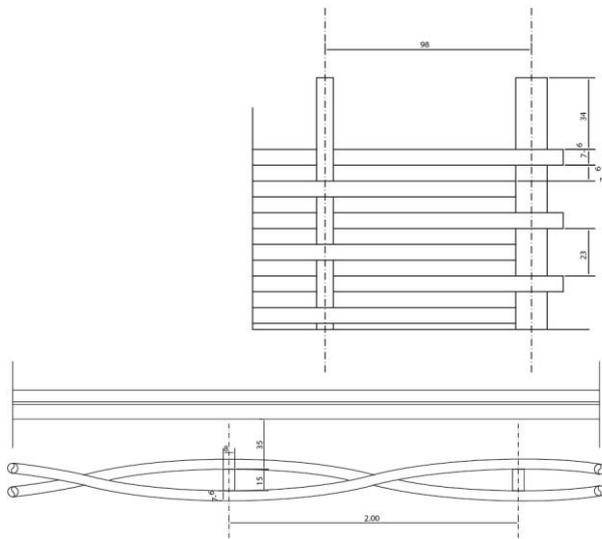
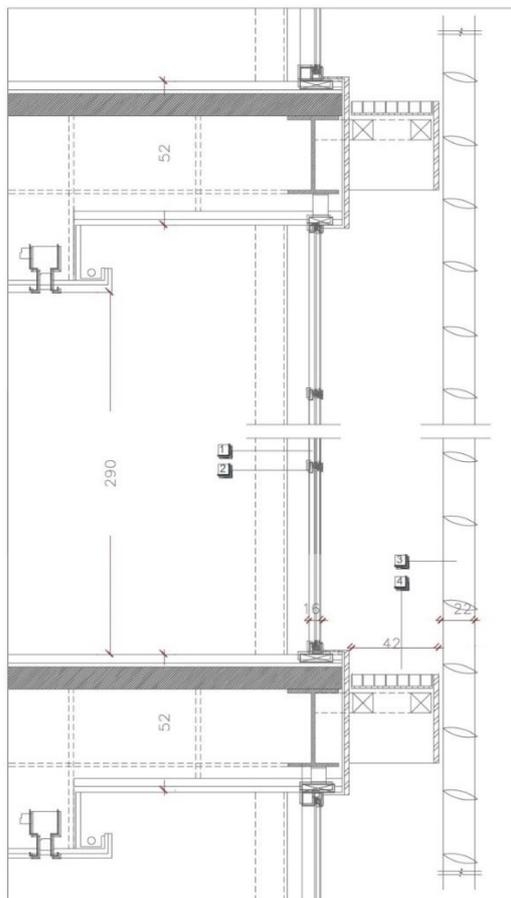


Fig.2.26 exemplo de aplicação em biseses, tubo.



- 1 - vidro duplo
- 2 - perfil de alumínio
- 3 - laminas em alumínio.
- 4 - base em grade

Fig.2.27 Fachada de vidro com lâminas de alumínio

## 2.9 Malhas Metálicas

A utilização de malhas metálicas resulta numa tela de proteção solar que procura filtrar e reduzir a entrada dos raios solares diretos ao mesmo tempo que cria uma luminosidade mais difusa no espaço interior, sendo utilizado nas variadas tipologias de edifícios, mas normalmente associado ao desejo de vãos envidraçados de maiores dimensões. Uma das grandes vantagens da sua utilização é a possibilidade de escolha da trama e do tipo de malha, pois além de permitir criar diversos padrões, módulos e diferentes fachadas de acordo com a versatilidade exigida pelo edifício é também o responsável, pelo maior ou menor nível de sombreamento. Dependendo do ângulo de observação e dos diversos jogos de luz natural, visualmente as malhas variam a sua presença estética, criando efeitos de transparência e opacidade, reflexão da luz solar ou sombras provocadas pelas nuvens, aparências e geometria diversa, oferecendo “dinâmica” na fachada dos edifícios. O aço inoxidável é o material mais utilizado na produção destas malhas, pois têm elevada resistência à corrosão, o que permite resistir bem às condições climáticas a que se expõe. Uma desvantagem deste sistema, dependente do local em que se encontra, é o facto de necessitar de manutenção regular, de modo a evitar a deposição de partículas que levem à degradação do material.

Um dos exemplos mais contemporâneos deste tipo de aplicação é o museu de nova Iorque, projetado pelo gabinete de arquitetura Sanna, Kazuyo Sejima e Ryue Nishizawa (fig 2.28 /2.30). O edifício é envolvido numa pele homogénea em forma de grelha em alumínio, Dependendo na incidência da luz, o volume pode assumir por vezes uma aparência escultural.<sup>1</sup>

No seguimento de malhas metálicas encontra-se os painéis metálicos perfurados, que têm sido utilizados como forma de controlar o nível de luz que entra num edifício às várias gerações, e como forma de oferecer privacidade aos seus ocupantes. As funções de perfuração têm permanecido em grande parte os mesmos, porém os materiais e métodos de fabrico têm sido alterados consideravelmente. Com o avanço tecnológico, a forma artesanal como se perfurava passa agora a ser feito por máquinas que conseguem uma rapidez e uma execução facilmente reproduzido não só no metal mas também em outros materiais como por exemplo a madeira.

As telas perfuradas e persianas podem ajudar a adicionar uma personalidade distinta para o exterior de um edifício, bem como a executar uma função importante. Quando fechado, eles reduzem o impacto da luz solar direta e proporcionam um grau extra de privacidade e segurança. Telas intrincadas e modeladas são uma característica típica de muitos edifícios da Ásia, do Oriente Médio e Norte da África, onde elas têm sido tradicionalmente cortadas à mão por artesãos. A complexidade da treliça denota a riqueza ou a importância do ocupante, com o mais complexo e delicado encontrada frequentemente em templos, mesquitas e outros lugares de culto. Estas aplicações tradicionais para superfícies perfuradas têm inspirado e informado arquitetos contemporâneos interessados em explorar novas possibilidades funcionais e estéticas.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Revista Tectónica nº 32- envolventes metálicas Alumínio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora

<sup>1</sup>Façades, Detail, serie 48, Munchen, 2008



Fig.2.28 Museu de arte contemporânea, Nova Iorque, Sanaa



Fig.2.29 Jakob + Macfarlane's Orange Cube in Lyon is covered in a perforated steel

## 2.10 Durabilidade e vantagens

A tradição construtiva em utilizar o cobre, chumbo ou zinco como revestimento, está justificada pela grande durabilidade destes materiais frente às ações ambientais. Em geral, os metais degradam-se em contato com a atmosfera, alterando assim o seu aspeto e sobre tudo, uma redução na espessura original. Em termos de termodinâmica, pode-se dizer que os metais, que são obtidos de diferentes tipos de minerais a partir de complicados processos, tendem a alcançar um estado estável com uma menor energia interna, que daí se convertem de novo em óxidos.

A degradação provém da corrosão.

Na superfície do metal geram-se zonas com diferente potencial elétrico, o que acarreta a migração de eletrões de uma zona para a outra, dando lugar a uma serie de reações eletroquímicas que tendem a desagregar a superfície do metal. Para que a haja corrosão em uma superfície metálica é imprescindível a presença de água ou ar com uma humidade relativa superior a 60%.<sup>1</sup>

O aumento da humidade relativa do ar provoca um aumento na velocidade de corrosão dos metais. Determinadas características do ar, como o cloreto que se encontra em locais mais próximo ao mar, ou compostos de enxofre em zonas industriais fazem igualmente com que a corrosão seja mais rápida.

Nos revestimentos metálicos também se verifica a corrosão galvânica, que gera-se quando os metais com potencial elétrico diferente se poem em contato. Este fenómeno ocorre, por exemplo, quando o material das fixações, tem um diferente potencial elétrico dos das placas.

No entanto, nem todos os metais tem o mesmo comportamento perante a corrosão, sendo que não podem ser utilizados sem proteção. A quantidade de energia que se consome no processo de metal puro a partir do mineral, geralmente com pouco minério, é muito elevado, sendo que a regra mais básica da sustentabilidade obriga a conservar os metais e evitar que se dissolvam de novo na natureza.

Contudo as vantagens de se usar o metal como forma de revestimento são consideráveis, como por exemplo: permite dar volume e um aspeto visual totalmente personalizado; pode ser instalado sobre uma fachada antiga e, ou nova; evitando a remoção dos revestimentos existentes; tem uma relação custo-benefício bastante atrativa; pode ser instalado sem interrupção das atividades normais do edifício; devido à possibilidade de pré fabricação a instalação pode ser rápida, reduzindo assim a duração da reforma; tem a característica de ter um peso baixo - 5,5 kg/m<sup>2</sup> na espessura de 4mm; não sobrecarrega a estrutura do edifício; protege o corpo do edifício contra a intempérie, desde que este tenha um tratamento; tem a vantagem de um amortecimento acústico; permite reduzir a carga térmica do edifício com menor gasto de energia para condicionamento do ar; e em fachadas ventiladas garante o conforto Térmico e menos gastos com ar condicionado.

---

<sup>1</sup> Façades, Detail, serie 48, Munchen, 2008

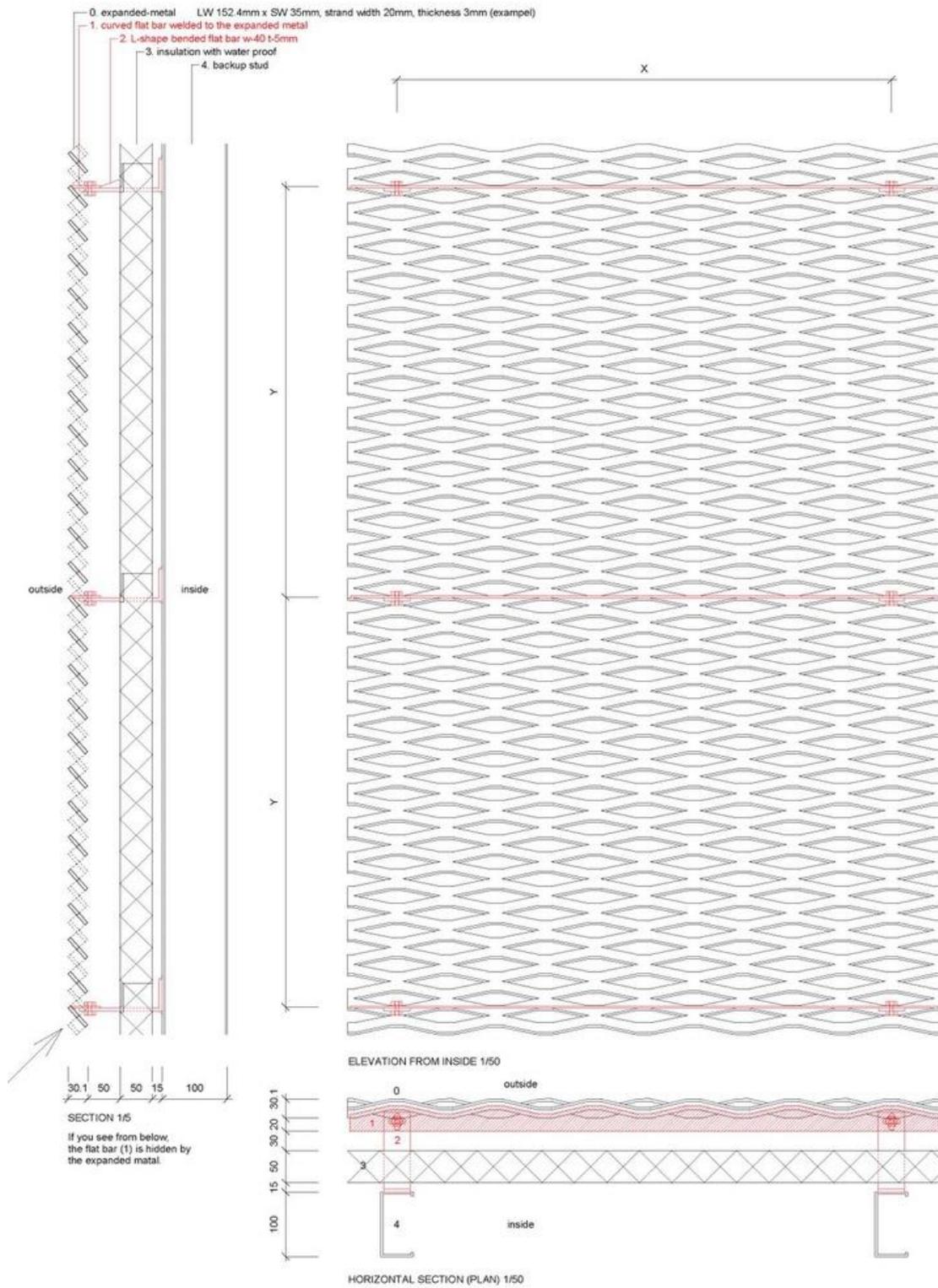


Fig2.30 malha metálica, museu contemporâneo Nova Iorque, Sanna

## 2.11 Manutenção

A manutenção é parte integrante do processo da durabilidade, tendo um papel crucial na coordenação do desempenho funcional e estético do revestimento em causa. Para que a manutenção seja eficaz e possa contribuir de forma decisiva para a durabilidade, torna-se necessário que seja elaborado um manual de manutenção e deve ser entregue ao proprietário do edifício mal este esteja pronto.

Este documento deve conter todos os procedimentos normais de manutenção, assim como, deve alertar para algumas situações menos vulgares mas que necessitem de uma intervenção mais urgente por parte de especialistas.

Em relação às fachadas ventiladas o documento deve conter toda a informação necessária à sua inspeção, manutenção e limpeza das fixações se necessário. Deve definir o intervalo de tempo entre intervenções.

## 2.12 Reciclagem

Os metais são sempre reutilizáveis. Aço e alumínio são bastante recicláveis, em fato são de todos os tipos de materiais, os que mais são reutilizados. Estruturas metálicas como o aço de carbono, (que é o mais utilizado na construção), aço inoxidável, (mais caro mas que não necessita de pintura), e o alumínio, tem uma percentagem global de reciclagem na ordem dos 60 a 85%. Esta percentagem pode facilmente chegar a 100%, sem comprometer a performance do material.

Os metais tem também a vantagem de serem infinitamente recicláveis, significando que o metal, por exemplo, usado na construção do edifício Burj Khalifa no Dubai, tem provavelmente metal que outrora pertencia a outros edifícios e até mesmo carros.

Este fenómeno é ainda mais surpreendente para metais preciosos, tal como o ouro contido num anel de noivado deste ano, pode muito provavelmente conter ouro retirado de minas na América do Sul em 1500.

Isto permite considerar o metal a longo prazo, como material que irá permanecer para várias gerações futuras. Isto dá ao metal uma história, mas também dá-nos a responsabilidade no que se refere à sua utilização e reutilização.<sup>1</sup>

## 2.13 O futuro dos revestimentos metálicos/conclusão.

O que podemos vir a esperar das fachadas metálicas?

Desenvolvimentos mostra a continuação do uso deste material em fachadas em duas direções.

Por um lado, a geometria, cada vez mais edifícios com fachadas complexas que não tem limites.

---

<sup>1</sup> Material Innovation, Architecture, Andrew H.Dent & Leslies Shern, Thames & Hudson, London, 2014  
Steel Construction , Detail, Munchen,47 serie 2007



Fig.2.31 Rue des Suisses, Herzog e Meuron

Por outro lado temos uma abordagem mais ortogonal”, o método de esqueleto, com uma clara separação das funções.<sup>1</sup>

Os metais continuarão com certeza a serem utilizados como material de revestimento na arquitetura. A leveza das chapas, a ausência de poros nas superfícies metálicas, a imagem que conferem à arquitetura, assim como as diferentes texturas e cores, são razões suficientes para a sua perdurabilidade.

Contudo, e igualmente a outros tipos de materiais de construção, os metais devem otimizar o seu uso para cumprir com as exigências e diversas às políticas ambientais económicas etc.

O ferro e o alumínio são abundantes na natureza. Ao contrário, já o cobre e o zinco encontram-se com um défice de escassez nas suas reservas, sendo que estes últimos, por este motivo, tem um preço superior ao ferro e ao alumínio fazendo com que a sua utilização seja limitada por este mesmo fator.

Os metais que são utilizados como revestimento exterior devem garantir a sua durabilidade e um bom comportamento construtivo a longo prazo, assim como de preferência, a sua reciclagem no fim da sua vida.



## **CAP III- Casos de Estudo**

### **3.1 Introdução, Justificação**

Este capítulo destina-se a dar três exemplos de um revestimento metálico de malha metálica, com origem internacional e nacional, no qual um deles é o desenvolvimento do projeto desenvolvido na cadeira 5.1 de projeto do ano letivo 2014/2015 do Mestrado Integrado da Universidade Lusófona do Porto.

A escolha dos dois projetos escolhidos deve-se ao facto de dar dois exemplos que ilustrem de uma forma clara a opção de aplicar um sistema de fachada metálica no projeto desenvolvido.

São dois projetos de dois arquitetos de referência mundial, no qual o primeiro trata-se do Hotel Saint-James, de Jean Nouvel, e do edifício de Habitação coletiva do Souto Moura.

Por questões que se se irão verificar posteriormente, pode-se verificar que existem semelhanças na sua abordagem no que se refere à imagem que um revestimento metálico pode oferecer. Uma ideia de homogeneidade, facilidade em manusear o material, assim como a leveza do próprio material permite com que os projetos adquiram uma linguagem muito própria, fruto da forma como é aplicado o material, ou seja, no caso do hotel de Jean Nouvel, a malha metálica em quadricula oxidada transmite esta ideia de um elemento quase todo ele homogéneo, assim como no caso do Souto Moura em que utiliza estores em alumínio que o aplica em todo o edifício conferindo-o de igual modo uma imagem que se de um objeto homogéneo se trata-se. De referir que ambos os projetos usam dois sistemas diferentes, enquanto o do Jean Nouvel, o edifício é revestido por um elemento fixo em que o transforma pelas suas aberturas nos vãos, em algo móvel, no edifício do Souto Moura, ele utiliza um elemento móvel e torna-o fixo nos locais onde não existe vãos, caso dos estores.

A escolha deste projeto de Jean Nouvel, para além da escolha do material que é uma grelha metálica oxidada, deve-se sobretudo à forma como consegue integrar um elemento novo num edifício já existente na sua fachada, fazendo com que os vários edifícios se relacionem na perfeição com a envolvente.

O segundo, é um caso nacional, projetado pelo arquiteto Souto Moura, é o edifício de habitação coletiva localizado na cidade da Maia. A escolha deste projeto deve-se igualmente, não só à escolha do material para revestimento da fachada que é o alumínio presente nos estores aplicados em toda a fachada, mas também à inovação com que consegue através de janelas com estores metálicos, criar uma métrica exterior toda ela homogénea, mas que vai alterando consoante o decorrer do dia pelos seus habitantes no interior, com a abertura e fecho destes mesmos estores em alumínio.

Com o terceiro caso que é a proposta de projeto, pretende-se acima de tudo fazer uma reflexão sobre os casos estudados, e a partir desse ponto fazer uma crítica ao projeto desenvolvido.

### **3.2 Caso internacional**

#### **Hotel Saint-James, Jean Nouvel, 1988-89**

Seja qual for o domínio abordado, Jean Nouvel cria um sentimento, surpreende pela audácia das soluções tipológicas e formais, exemplo disso é o hotel de luxo Saint-James com um exterior oxidado e um interior com bastante refinamento.

O hotel Saint- James, financiado por Jean Marie Amat, um dos grandes chefes da cozinha francesa, concebeu um princípio para agrupar um serviço hoteleiro que se serve do mesmo nome. A primeira fase de ampliação passa por dezoito habitações, uma sala de refeições, uma ampliação da cozinha e um bar instalado no edifício antigo, os quais estão voltados para uma vista panorâmica sobre Bordéus.

O projeto responde a exigência principal de inserção no enquadramento, adaptando as frações da escala e a volumetria das casas na envolvente. As dezoito habitações estão repartidas em quatro pequenas casas unidas pela parte traseira por uma galeria ao ar livre, deixando o máximo de terreno livre e respeitando deste modo as perspetivas. As casas estão uniformemente cobertas por uma malha metálica. Desde o ponto de vista da inserção urbana e volumetria, o conjunto não contrasta nem é agressivo ou bruto com a envolvente, apesar de que estes pequenos blocos terem um carácter abstrato, sendo que alguns o denominaram de japonês, por estar coberto com grelhas. Estas grelhas, uma vez oxidadas, fazem com que se emergem de forma suave e gentil com a envolvente.<sup>1</sup>

Jean Nouvel tem como característica a inovação não só em termos de linguagem arquitetónica mas também no que toca à tecnologia, dando o exemplo do edifício Institute du Munde, onde utiliza na sua fachada um complexo sistema de diafragmas que regulam a intensidade da entrada de luz, ou então este mesmo hotel Saint James,, onde utiliza a tecnologia que permite a abertura dos elementos metálicos nas fachadas. O hotel de Le Saint James, tem a particularidade de se caracterizar exatamente na questão de alçado e na sua harmonia com a envolvente, sendo por este motivo à qual escolhi este projeto para caso de estudo. O arquiteto alterou os conceitos pré estabelecidos de hotel restaurante, em resultado, jogou com a ambiguidade de uma aparência rústica, mas com toda a sofisticação de um hotel moderno. O edifício oferece aspetos diferentes dependendo da aproximação do ponto de vista do observador, por momentos confunde-se mesmo com a paisagem, mas que depressa se dissipa quando nos aproximamos. A sobreposição dos materiais, grade metálica oxidada sobreposta sobre um revestimento cinza escuro e vidro transparente, resulta num jogo de texturas e linhas quadriculadas. Esta linguagem ilustra a tal visão que tanto Novel busca para a sua arquitetura. Esta linguagem apoia-se num planeamento orientado em estabelecer um conceito, a concreção de ideias contidas no programa, enquadrado pelo contexto e as condições de produção do edifício, um conceito que, por sua vez, gera um declínio lógico e coerente. O conceito expressa-se numa etapa que descreve todas as implicações. Reivindica como ferramentas, todas as potencialidades da época, todo o depósito de ideias e imagens, mas em particular, tudo o que a evolução das técnicas permite em geral de desmaterialização e de desafio às leis da gravidade, embora incluído a tentação do expressionismo técnico. Invoca uma estética minimalista fundada nos êxitos artísticos recentes que buscam o significado essencial, a adequação, no que na arquitetura poderia materializar-se no paradoxo entre a simplicidade e a complexidade entre forma e escala.



Fig.3.1 Vista área de localização

Os quartos estão distribuídos em quatro caixas parecidas com casas e misturam-se na silhueta da vila. A imagem tradicional que emerge do hotel a uma distância de quase desaparece em toque áspero de sua superfície de metal enferrujado. O hotel foi construído em estrutura de metal industrial envolto em um revestimento metálico escuro coberto cerca de 30 cm de um aço corroído grade. Esta dupla pele serve como proteção solar e térmica. Cilindros elétricos que podem operar a partir da cabeça de camas permitem que você abra as ripas sobre as janelas. O plano de cada quarto é projetado para oferecer o melhor ponto de vantagem sobre o vale e os jardins projetados por Yves Brunier.

<sup>1</sup> As camas projetados por Jean Nouvel são reforçadas em conformidade e cabeceiras são reclináveis. O arquiteto endossou a análise do famoso crítico Siegfried Giedion, que declarou em 1928 que a riqueza da nova arquitetura não é em materiais caros, mas "é um volume de ar de luxo, que pela sua harmonia percebe o novo design. " Todos os quartos do hotel tem diferentes formas, materiais, decoração, e oferece espaços de 40-90 m<sup>2</sup>. As paredes são deixados a nu, apenas cobertas com gesso branco tratado com cera. Pisos de betão e granito polido, a faia luz camas e mobiliário suave banhado em

tons de branco, culpa nesse clima de ascetismo. O hotel faz a descoberta como um valor essencial da viagem. Ele marca, deixa uma memória, positiva ou negativa.

Na análise do revestimento metálico, verifica-se que, é utilizado um sistema de fachada cortina, onde a sua aplicação é de uma superfície perfurada, em grelha quadrangular, utiliza painéis com uma modulação retangular, homogeneizando o edifício. Utiliza um sistema de fixação de rebites, em que usa uma junta de perfil. O facto de apresentar um especto rustico, conclui-se que o mesmo não é polido. Como já referido, Jean Nouvel, utiliza um sistema fixo, que é a grelha metálica, e torna-o móvel, com as aberturas nos vãos.

---

<sup>1</sup> Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editioins Du Regard 14, Paris

<sup>2</sup> Guide d'architecture Bordeaux & agglomération 1945-1995, arc en rève centre d'architecture, éditions confluences, centre régional des lettres aquitaine, 1996, collection Aquitaine, P.246.



Fig.3.2 Hotel Saint James, Jean Nouvel



Fig.3.3 hotel Saint James, vista de quarto

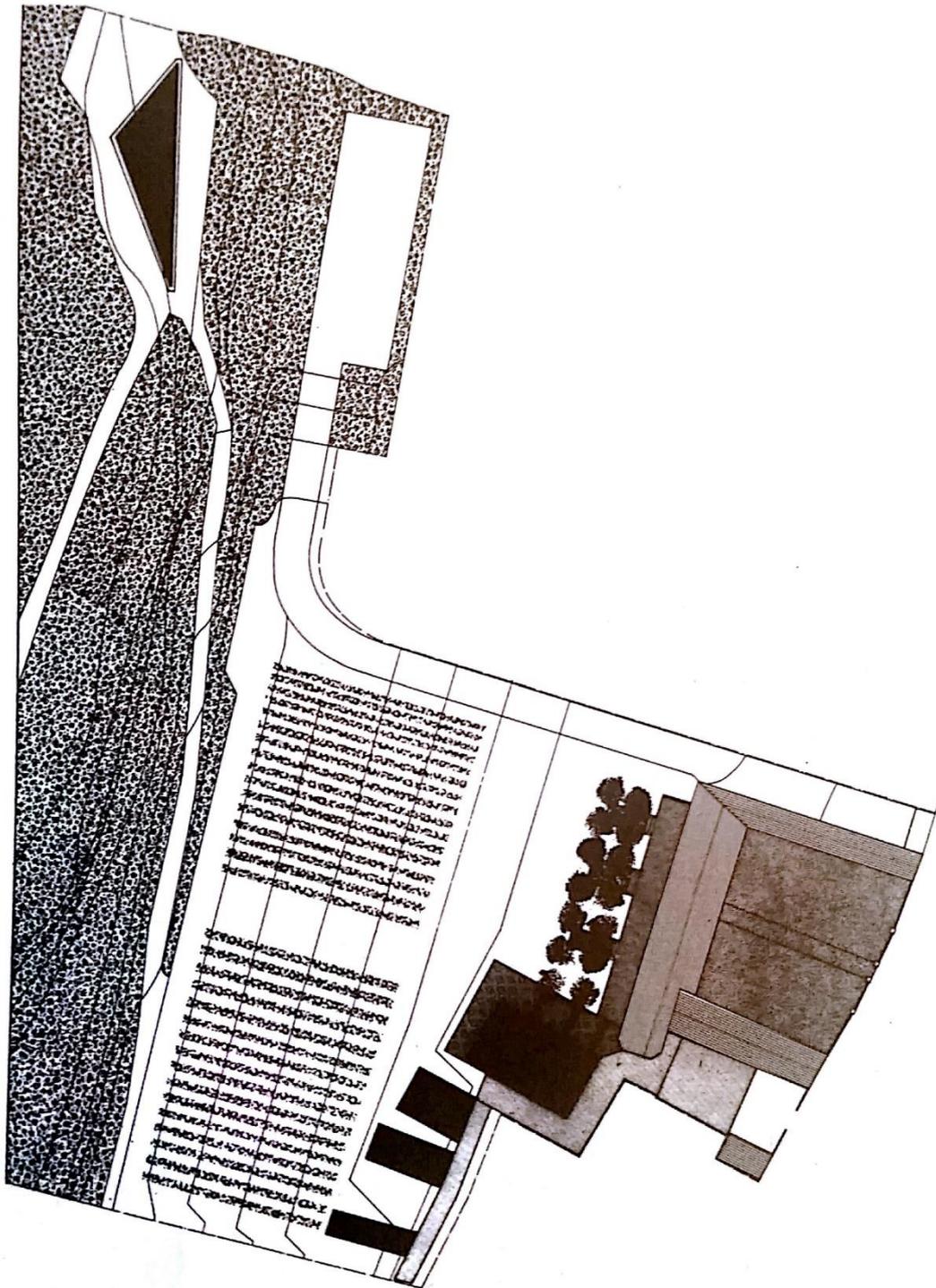


Fig.3.4 planta de implantação

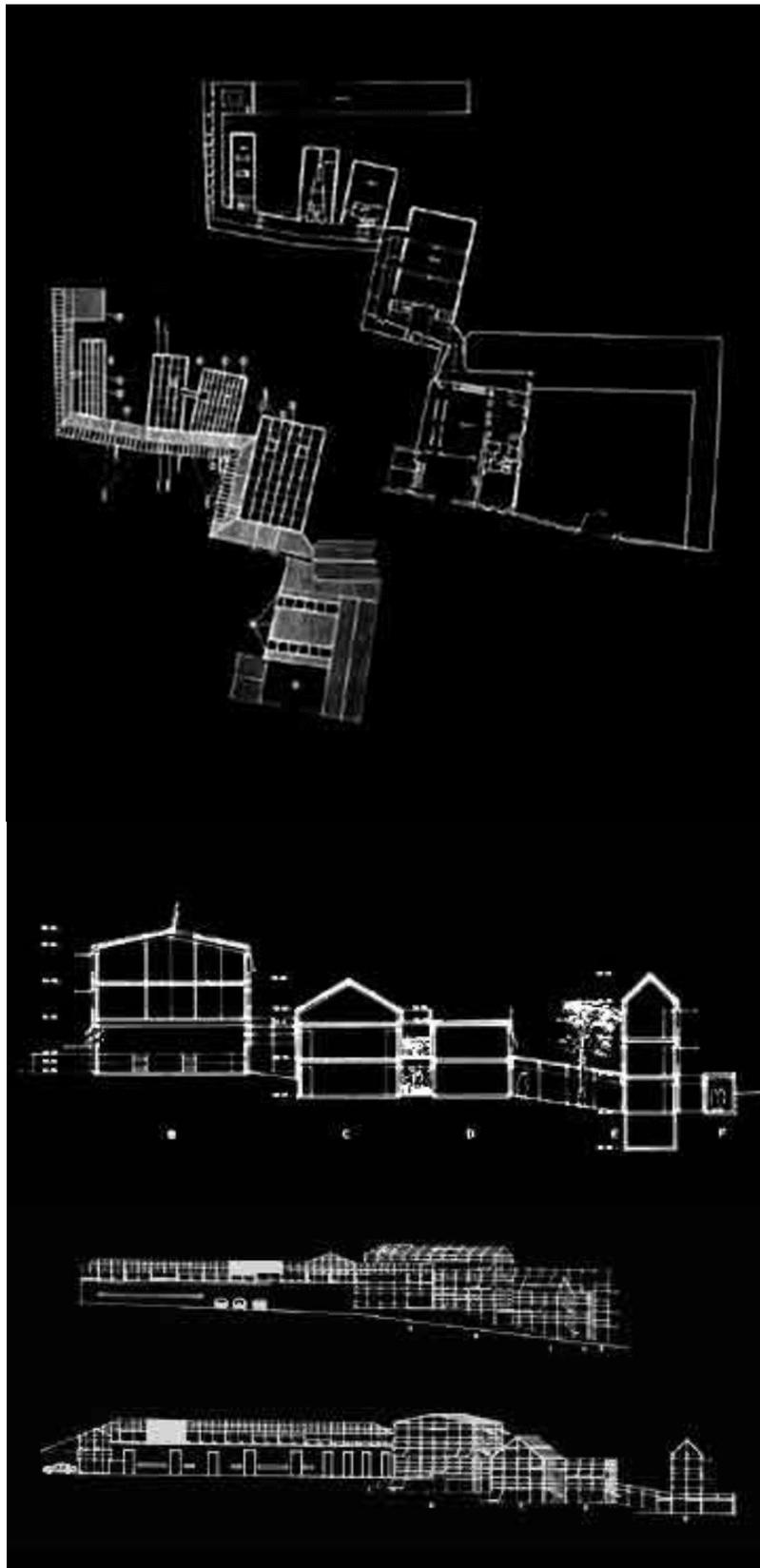


Fig.3.5 Desenhos do hotel Saint James, Jean Nouvel

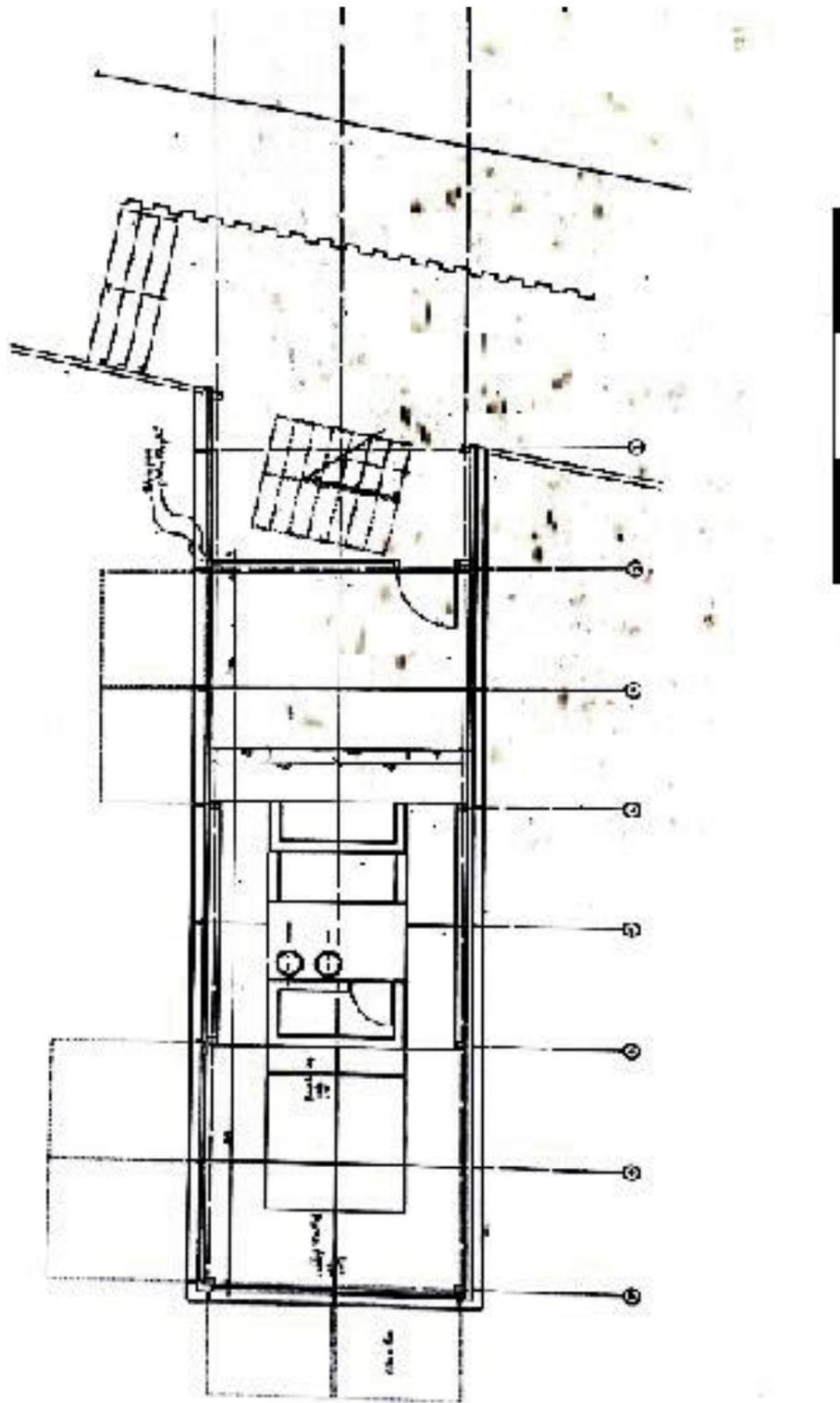


Fig.3.6 Planta tipo, edifício E

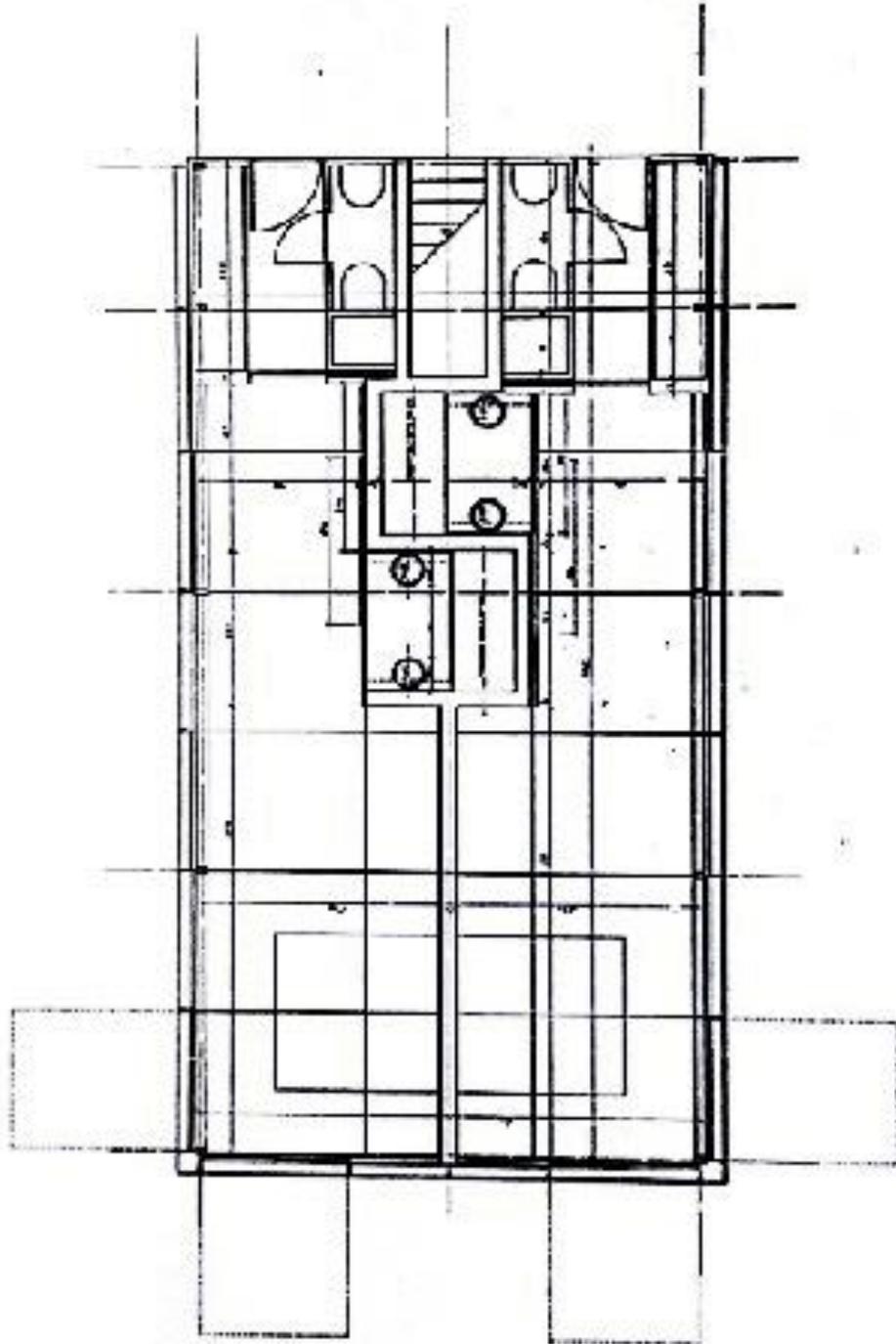


Fig.3.7 Planta piso 0, edifício D

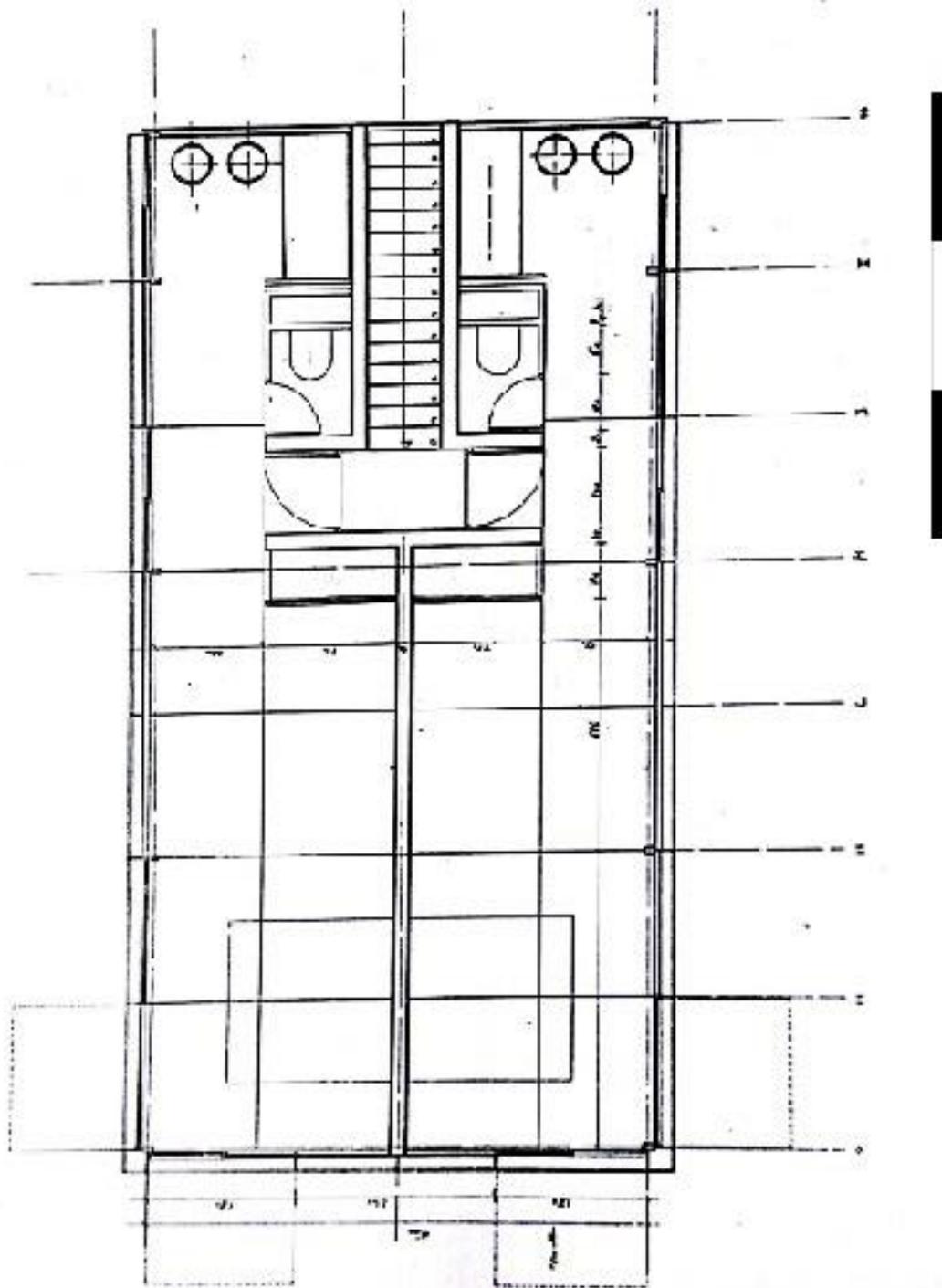


Fig. 3.8 Planta piso 1, edifício D

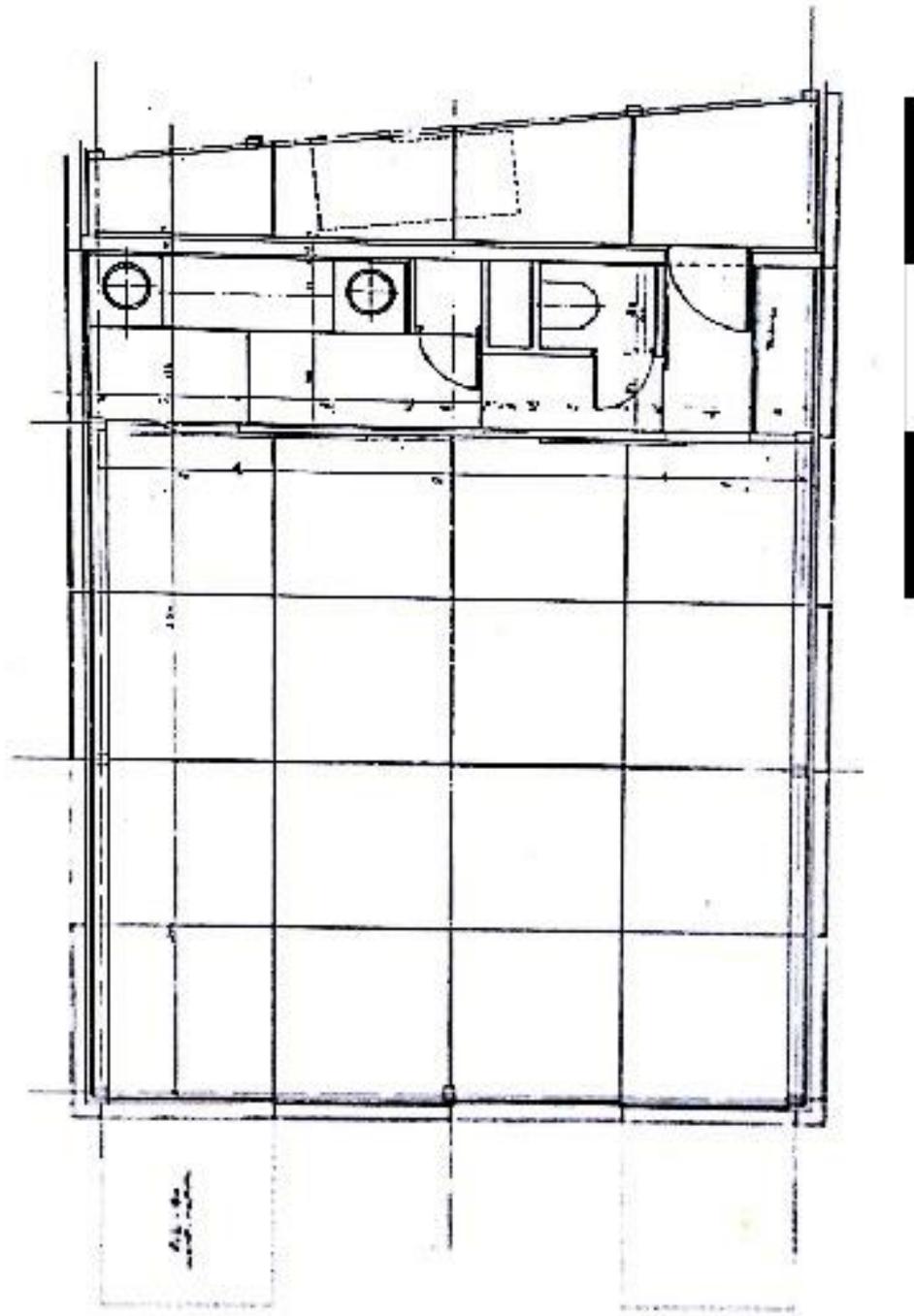


Fig.3.9 planta piso 1, edifício C

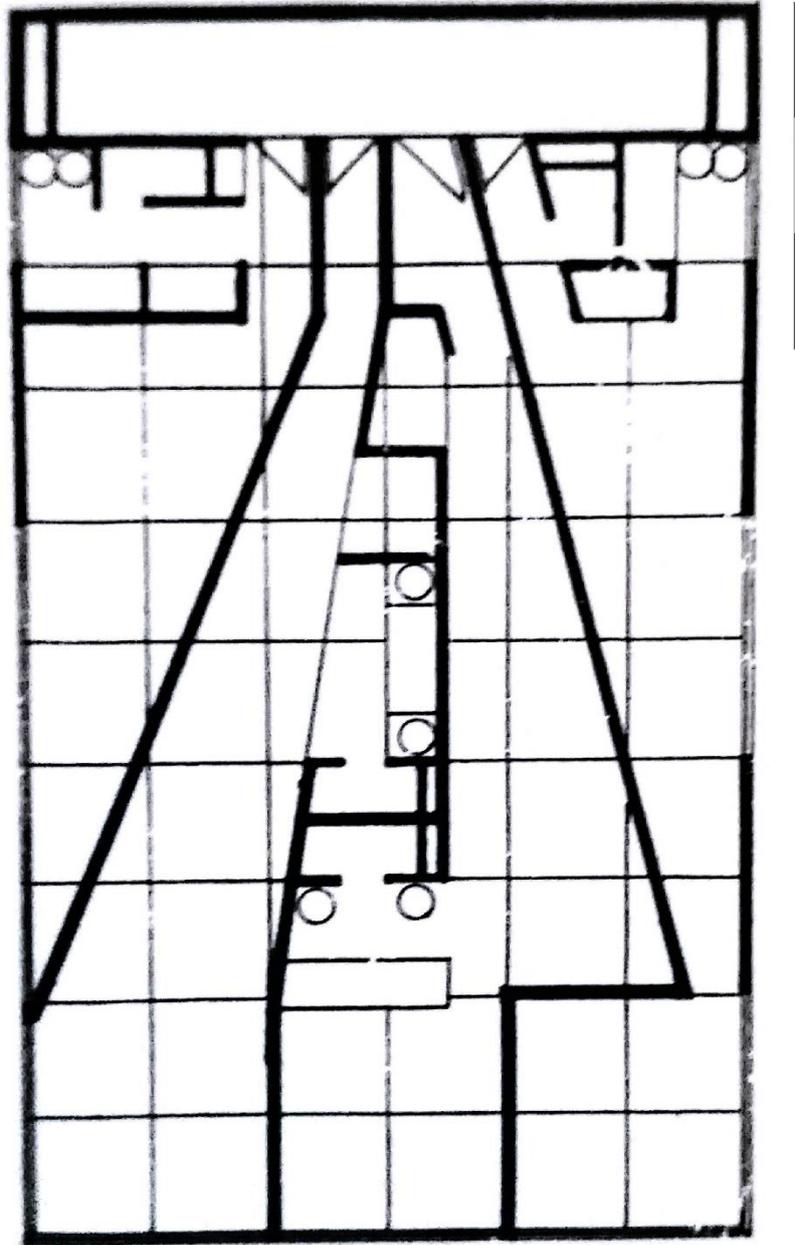


Fig.3.10 planta piso 0, edificio C

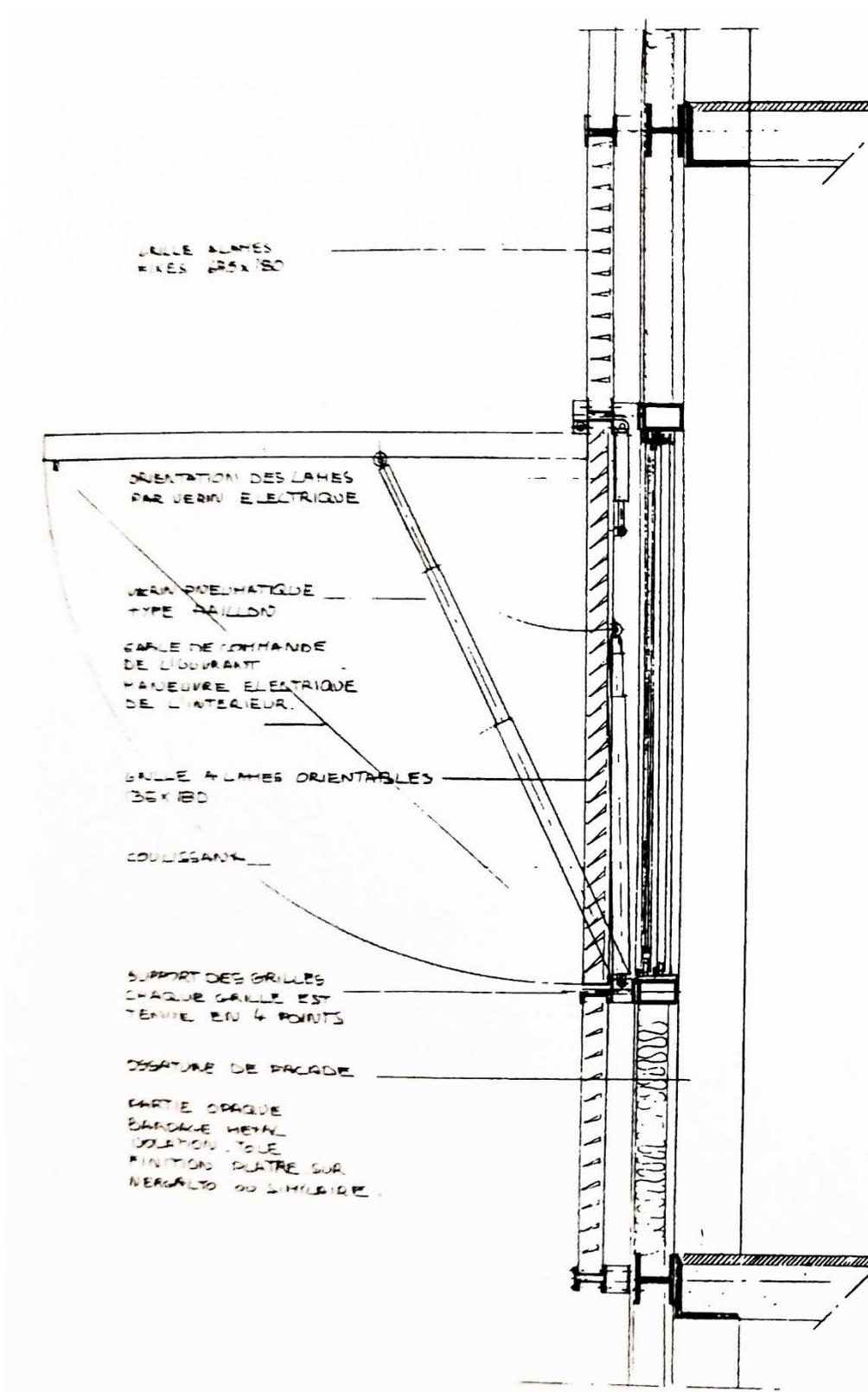
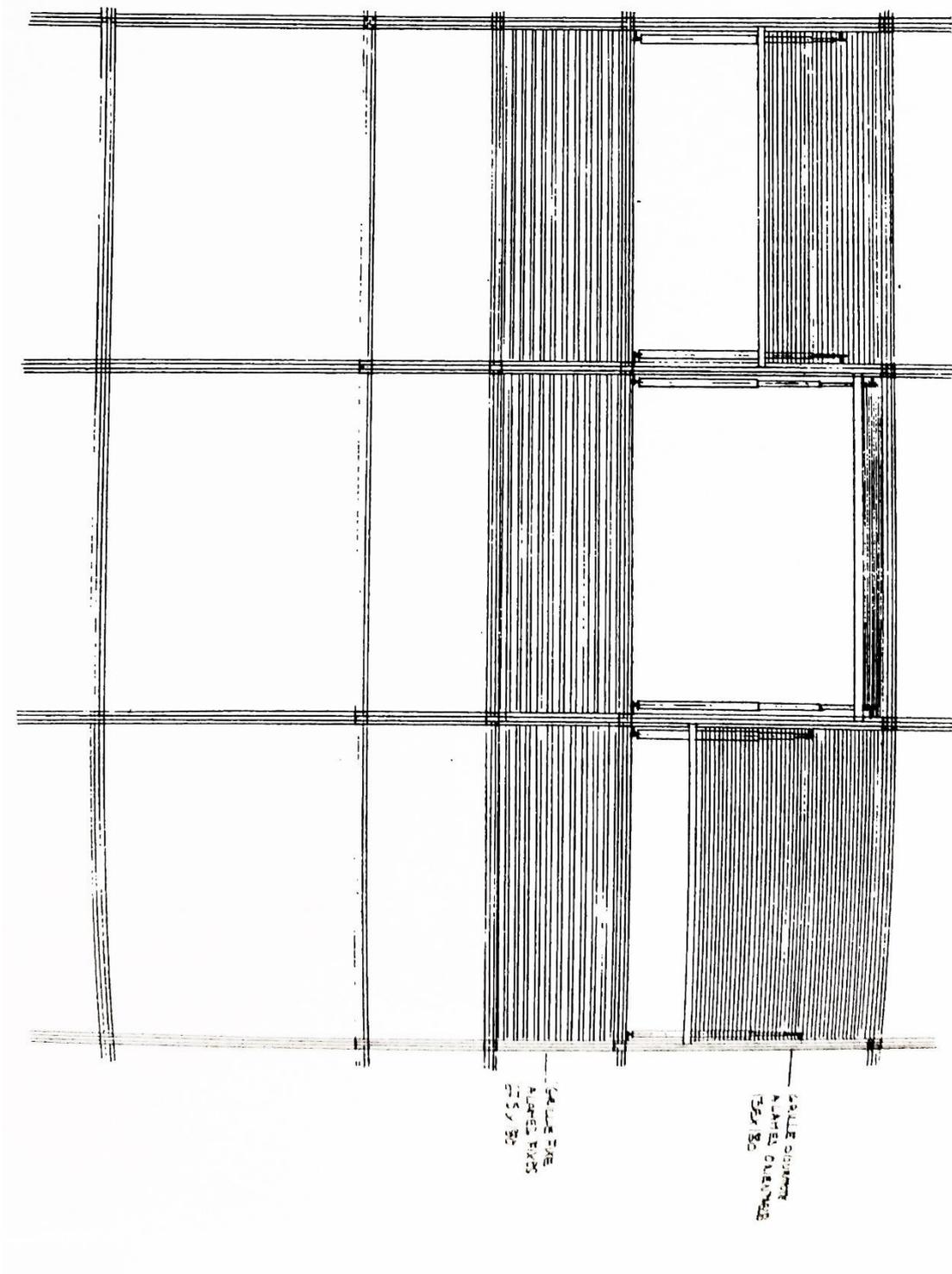


Fig.3.11 estudo de pormenor de alçado A,B

A)



B)

### **3.3 Caso nacional**

#### **Edifício de Habitação coletiva, Eduardo souto Moura**

Desde 1995 tem havido entre a câmara da Maia e o arquiteto uma relação de parceria. Tudo começou quando o arquiteto aceitou este projeto, que depois foi gradualmente responsável por exercer de uma forma bastante difundida o controlo da imagem urbana da cidade, da qual está a mudar rapidamente, mudança essa que se deve a sua aproximação à cidade do Porto, ao aeroporto e ao cais de Leixões. O crescimento transformou agora, o que costumava ser um aglomerado de vilas, numa populosa e ativa cidade em busca de uma entidade em novos espaços públicos através de uma nova arquitetura. Os projetos planeados tinham como objetivo conferir clareza e compostura no espaço urbano, através de simples operações que aumentaria a coerência de uma cidade com carácter industrial, que cresceu sem nenhuma regra evidente. Localizado na cidade da Maia, a encomenda consistia em desenhar um bloco de 32 casas e oito espaços comerciais, num espaço de 45 metros de largura por 17 de altura, resultando num edifício com r/c mais cinco pisos.

Uma vez que o espaço é reduzido, a estratégia baseou-se na minimização de passagens e cantos inúteis.

O retângulo foi dividido a eixo, criando uma divisão de dois corpos juntos, simétricos mas independentes em entradas de acesso, o resultado da tipologia resume-se a esquerdo direito. Módulo estrutural de 5,90 metros que, dividido em dois, faz corresponder a frente das casas ao parque de estacionamento na cave.

As fachadas, compostas por uma dupla capa de painéis de vidro e de alumínio, permitem criar uma multiplicidade de imagens graças ao sistema de lâminas oscilantes e de persianas metálicas. O uso do estore como material de revestimento, origina situações de abrir e fechar, criando assim uma forma quase que abstrata, que é de um edifícios que mexe muito, formando várias texturas com diferentes transparências. Verifica-se portanto nos alçados, que os elementos de estore que abrem são única e exclusivamente os das janelas, sendo que os restantes são todos fixos.

O edifício pode parecer um bloco opaco e, ao fim de algumas horas, quando o sol já não incomoda, apresentar um aspeto permeável, que deixa entrever as atividades que decorrem no interior.

E termos de funcionamento, o piso -1 é reservado a estacionamento, o piso 0 está destinado para comércio e serviços, existindo dois pontos de acesso verticais, que fazem toda a distribuição funcional do edifício. Restantes pisos encontramos os módulos habitacionais que estão agrupados por piso da seguinte forma: 2 –T1; 4- T2 ; 1-T3.

Existe ainda a possibilidade do edifício poder mudar no interior sem ser visível, sendo que os módulos apresentados anteriormente podem sofrer alterações conforme as necessidades.<sup>1</sup>

Uma fachada, uma janela, um dintel, ou até mesmo a junção da madeira e do vidro, refletem a sensibilidade do arquiteto português em termos de proporção e medida. Esta intuição aguçada

---

<sup>1</sup> EDUARDO SOUTO MOURA, Ascensio Paco, Loft Publications, 1ª ed., Lisboa,2004

<sup>2</sup> Revista, ARCHI NEWS, Nº16, Insecity,LDA.,Lisboa, 2010

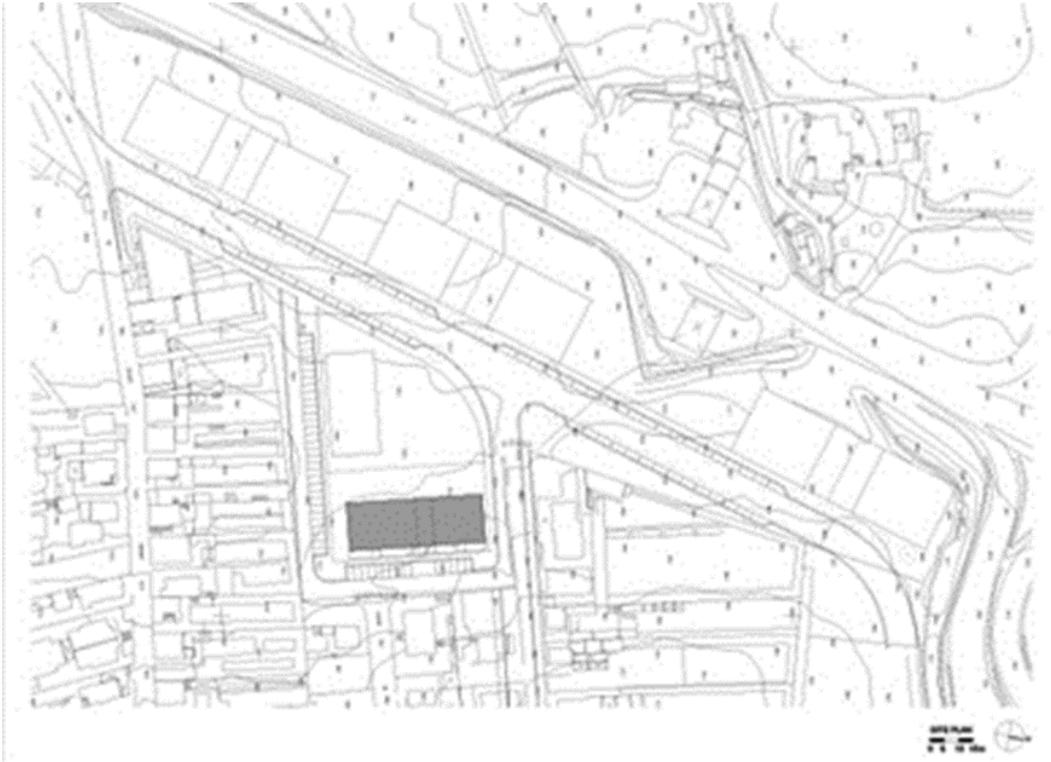


Fig.3.12 planta de implantação



Fig.3.13 Vista aérea do edifício.

da serenidade adquiriu-a na arquitetura racionalista, especialmente em Mies Van der Rohe. Foi com este mestre que aprendeu a arte da redução de materiais, redução de formas, e, inclusivamente, redução de estratégias. Também é perceptível a influência de artistas como Donald Judd ou Sol Le Witt, de quem herdou a ideia de conceber a arquitetura como uma inserção de elementos geométricos na paisagem e tratar o terreno como mais um dos parâmetros que intervêm na construção, em vez de o considerar como um condicionamento fatídico.

A utilização de materiais autóctones, a mestria no seu tratamento, a compreensão e a interpretação do clima e da terra fazem com as suas obras sejam únicas.

Na análise ao revestimento utilizado, verifica-se que utiliza um sistema igualmente de fachada semi-cortina. A aplicação é em lâminas de “asa”, que são os estores. O tipo de suporte, e visto que é um sistema em estores, é feito através de esquadros para suporte das calhas, é utilizada ainda uma soleira de chapa quinada onde a calha do rolo dos estores fica escondida. É, como já referido, utilizado o modulo retangular dos estores em toda a fachada do edifício, menos no piso 0, que é utilizado apenas o vidro, e onde este tem um carácter funcional de serviços e comércio. O material dos estores é em alumínio, conferindo um aspeto brilhante, próprio deste material. Ao contrário do edifício de Jean Nouvel, e como já referido na justificação da escolha dos edifícios, Souto Moura, escolhe um elemento móvel, e transforma-o em fixo, fazendo com que a funcionalidade deste se mantenha apenas nos vãos, e em tudo o resto se mantenha fixo, conferindo uma imagem de revestimento de igual modo homogéneo, e único, sendo que este tipo de solução não é muito comum, o que torna este edifício com este tipo de revestimento único.

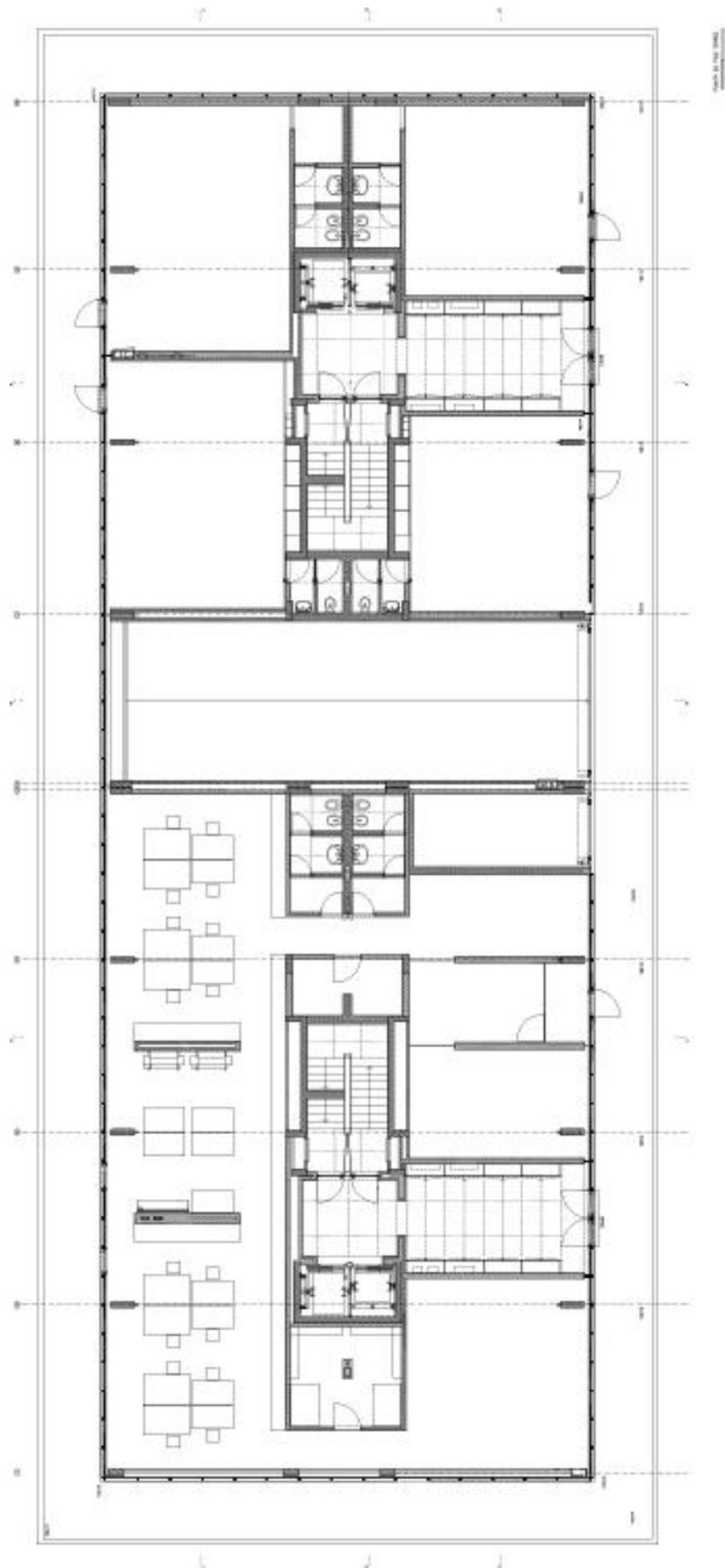


Fig.3.14 Planta piso 0

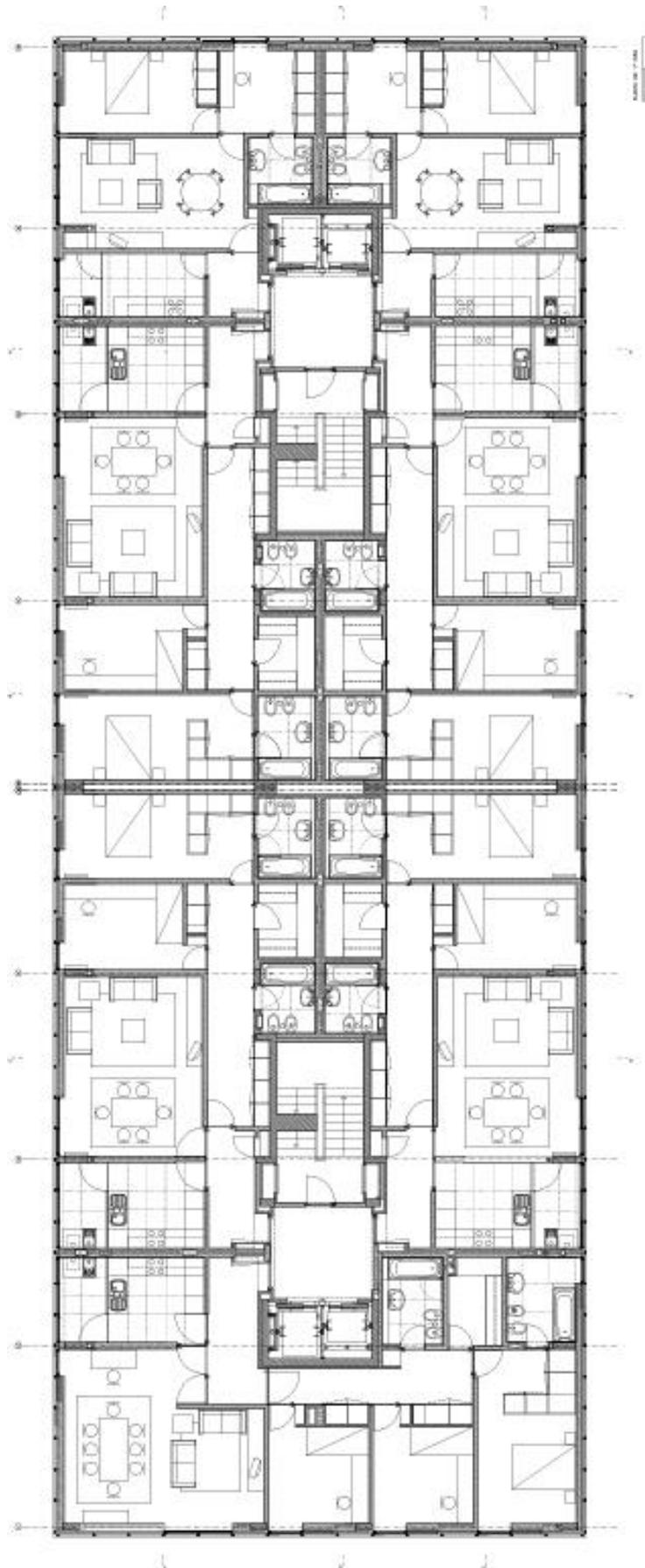


Fig.3.15 Planta piso tipo

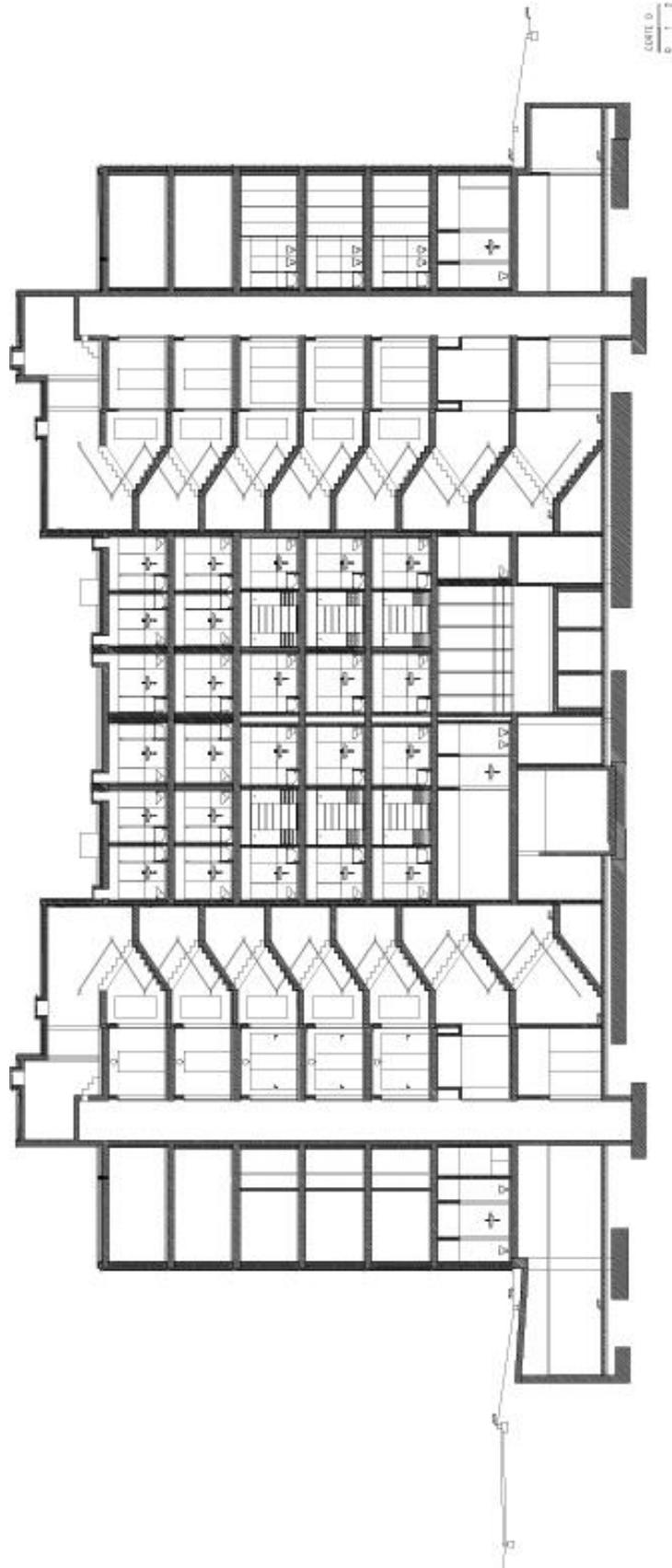


Fig.3.16 corte longitudinal

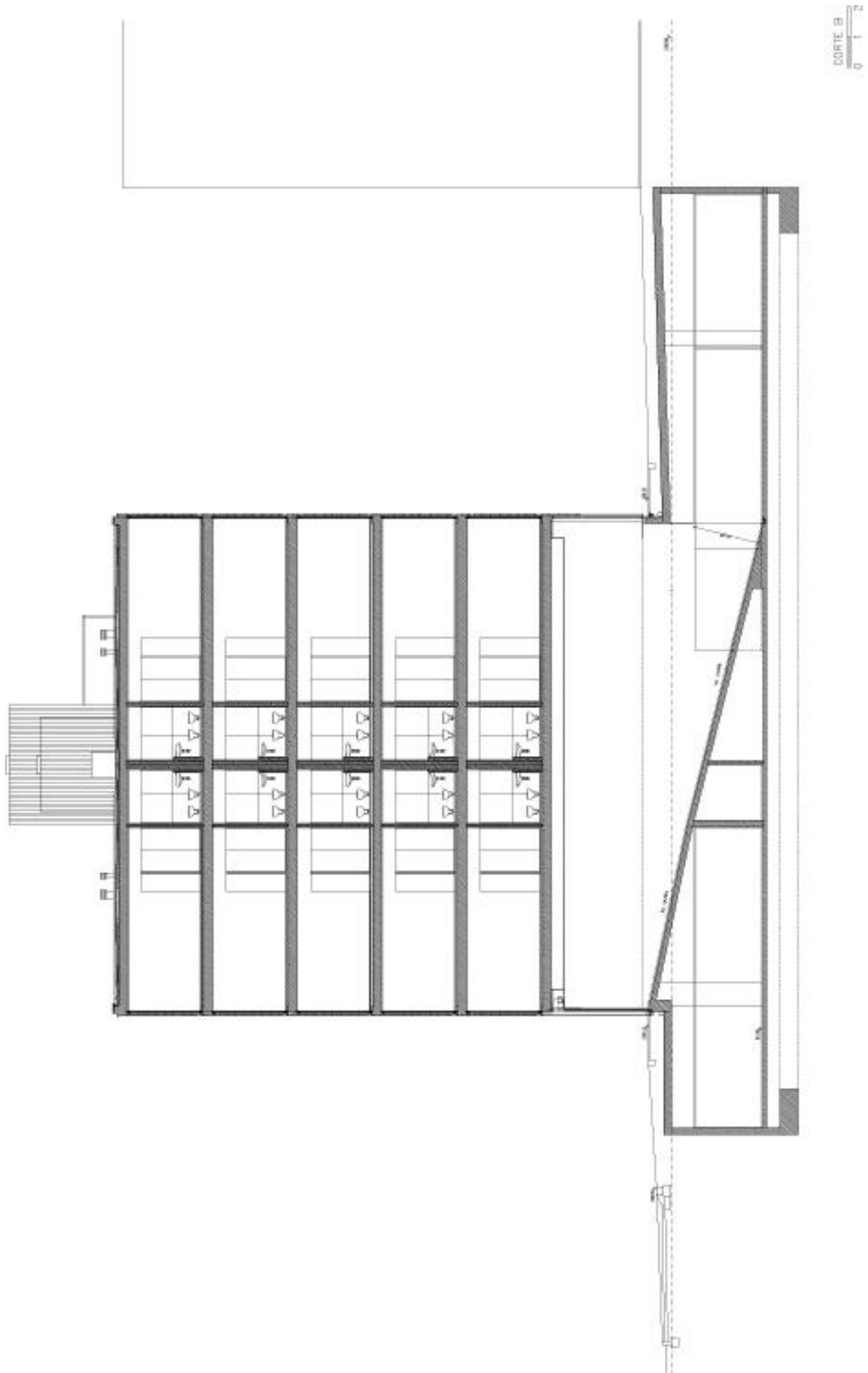


Fig.3.17 Corte transversal

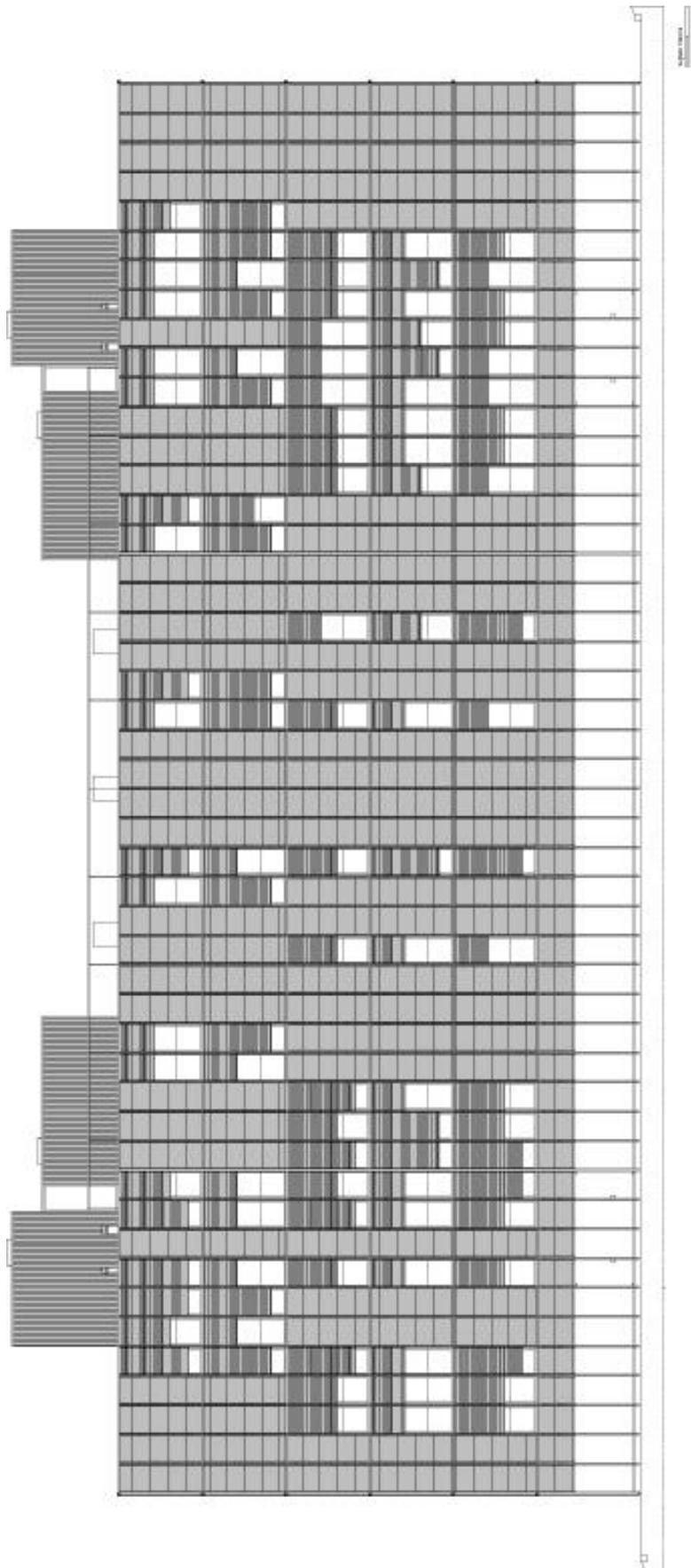


Fig.3.18 alçado Poente

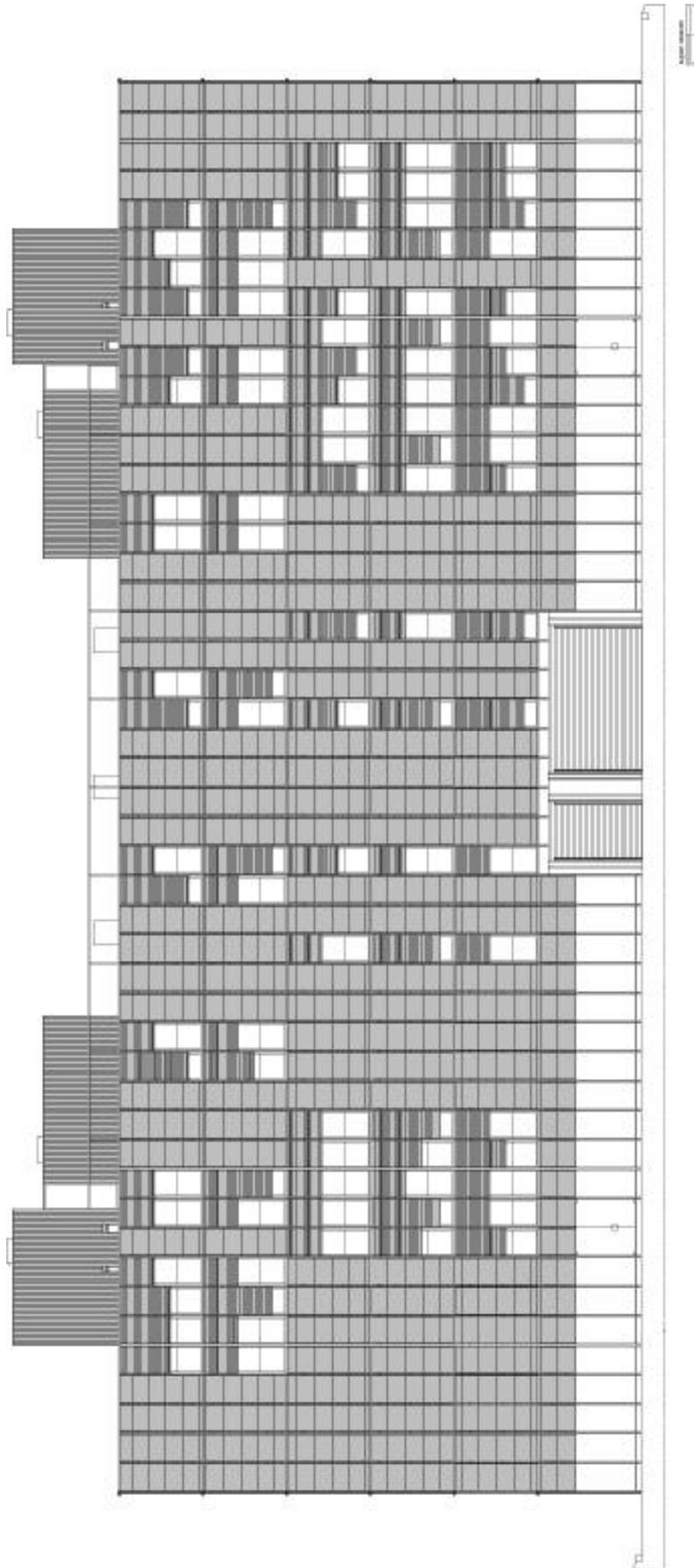


Fig.3.19 alçado nascente

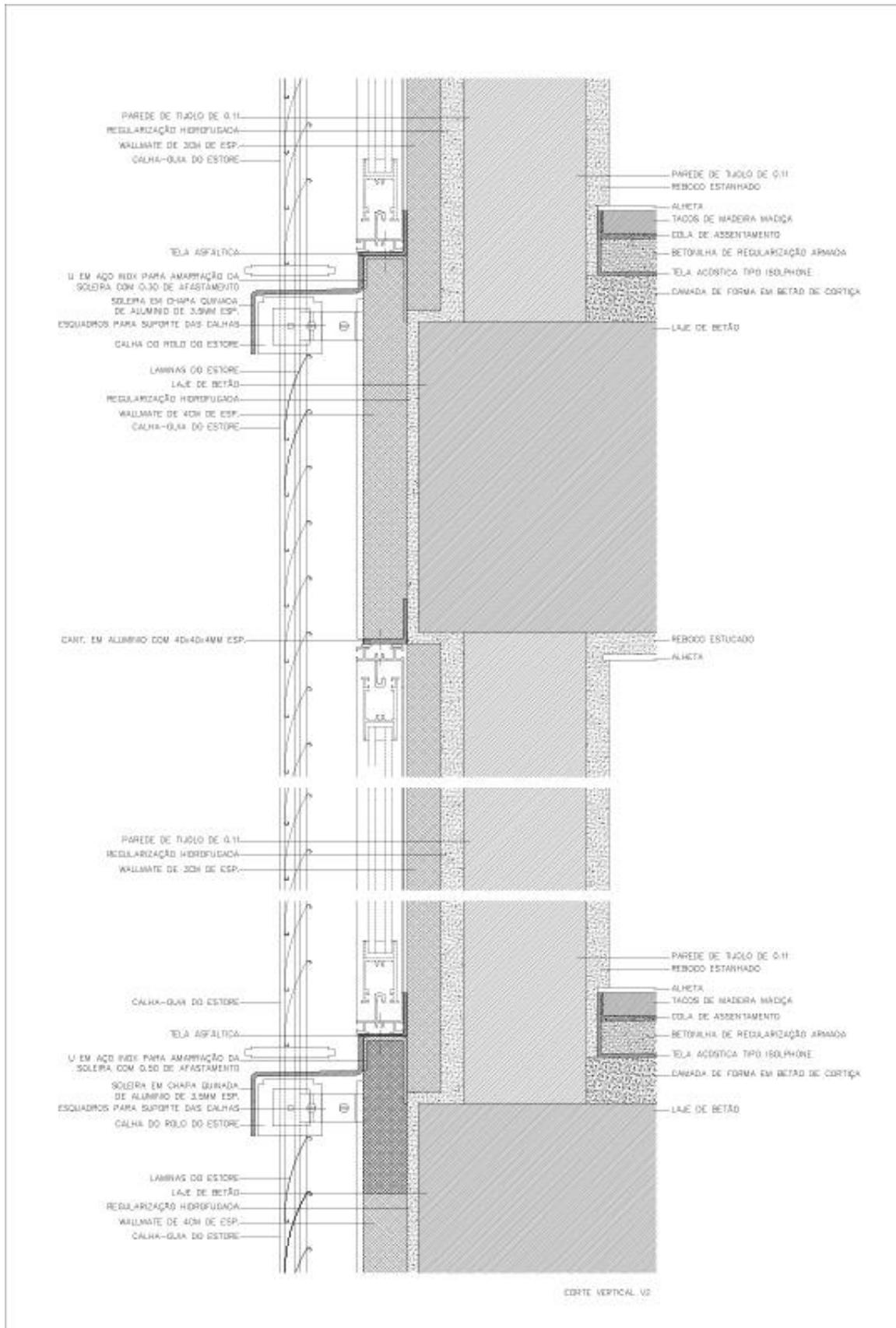


Fig.3.20 pormenor construtivo, corte vertical v2

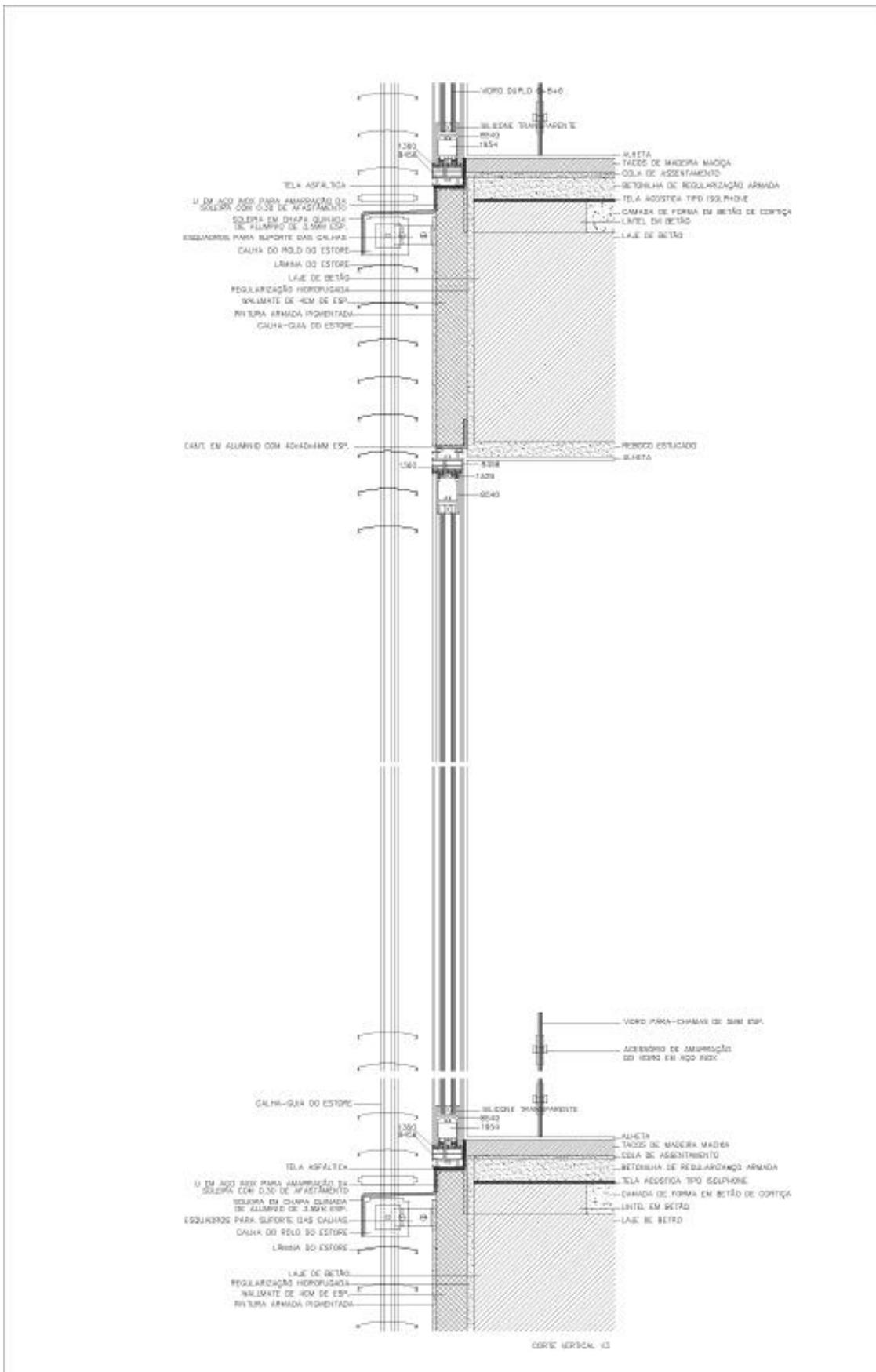


Fig.3.21 pormenor construtivo, corte vertical

### **3.4 Elaboração do projeto de um hotel na rua Augusto Rosa, Porto**

## **Enquadramento**

Situado num local histórico e emblemático, não só pela sua localização, mas também, por aquilo que representa na cidade do Porto, o quarteirão das camélias tem na sua periferia edifícios como o teatro São João, cineteatro da batalha, a Sé.

Tendo a consciência da importância deste local e que nos últimos anos a cidade do Porto tem vindo a crescer exponencialmente o turismo, a realização de um hotel num quarteirão como o das camélias, faz com que este local saia ainda mais beneficiado para a contemplação e usufruo destes mesmos.

## **Projeto de Hotel**

O trabalho desenvolvido, teve como base a proposta desenvolvida ao longo do ano letivo 2014/2015, na cadeira de projeto 5.1 do Mestrado Integrado de Arquitetura da Universidade Lusófona do Porto. Sendo o Porto uma cidade com um número elevado de turistas, a realização de uma proposta de Hotel para uma zona histórica do Porto que é o caso da Rua Augusto Mota, onde se encontram pontos de interesse como o Teatro São, cineteatro da batalha, a Sé e ainda elementos da antiga muralha Fernandina.

Independentemente da época do ano, o Porto é cada vez mais visto como um destino turístico. “É um destino cada vez mais nas bocas do mundo. Olhando para os dados estatísticos, vemos que a sazonalidade está a ser combatida da melhor forma. É caso para dizer que o Porto e o Norte de Portugal estão na moda”.

A eleição da cidade do Porto como o “Melhor Destino Europeu 2014”, um galardão atribuído anualmente pela “European Consumers Choice” e que a Invicta já tinha arrebatado em 2012, é prova disso mesmo.

Tendo isto em conta, a proposta do Hotel foi realizada de forma a valorizar o empreendimento, a valorização urbana e arquitetónica da cidade. O projeto foi desenvolvido com algumas condicionantes, sendo eles os seguintes: A existência de uma central de autocarros, desnível de cotas no interior do quarteirão; a existência de uma traseira habitacional a sul do quarteirão; edifícios em devoluto;

A proposta passaria portanto por um tratamento de um espaço público no interior do quarteirão, com a possibilidade de um atravessamento público para peões, tendo em conta os aspetos de desnível, assim como o cuidado a ter com as habitações a sul, onde tem como frente a rua do Sol, e as traseiras voltadas para a existente paragem de autocarros e pavilhão desportivo.

O Hotel teria de ter os seguintes critérios: Sala de conferências, sala de pequenos-almoços/cozinha, 22 quartos duplos e 8 suites, cumprindo com as dimensões em metro quadrado base estipuladas. Entre outros espaços técnicos e de serviço, tais como, gabinetes e sala de reuniões, cais de carga e descarga, parque de estacionamento, áreas técnicas etc.

Deste modo a proposta foi desenvolvida da seguinte forma: a implantação do edifício localiza-se a Poente do quarteirão fazendo com que este seja rematado e assim fazer com que haja uma



Fig.3.22 Planta de implantação

continuidade. O edifício está implantado para que exista duas passagens, uma pedonal, e outra de veículos para o próprio edifício. No interior do quarteirão, a proposta apresenta duas cotas, a mais elevada onde circula os peões, e uma inferior onde é possível a passagem automóvel.

Em termos de programa foi mantido um espaço desportivo, que foi proposto em termos de espaço e volumetria de uma outra forma, e acrescentando um espaço de lazer e recreio para crianças. O objetivo da vegetação é dar privacidade para a já existência de habitações existentes a sul, enriquecendo de igual forma um espaço verde que é uma mais-valia para um espaço urbano.

O programa do hotel está distribuído da seguinte forma, sendo que em termos de pisos é menos um mais três.

O menos um está destinado a áreas técnicas, parque de estacionamento, cais de cargas e descargas, posto de controlo, balneários, lavandaria, despensas, ponto de transformação, apoio de quartos e acesso verticais que são dois, sendo um destinado para o público e um outro para serviços. Está claro que esta separação de funções é vital para o bom funcionamento de todo o edifício.

O piso zero, é onde se encontra o átrio/receção, sendo que este piso está voltado para todas as funções mais públicas do edifício, sendo que existe uma separação igualmente de serviços. Sendo assim, o edifício em termos de planta no piso zero está composto da seguinte forma: átrio/recção, bar, sala de estar, sala de jogos, sala de conferências, sala de pequenos-almoços, cozinha, refeitório, sala de reuniões, gabinetes, BackOffice, bagageira. Quer a sala de estar, quer a sala de pequenos-almoços, estão voltados para um espaço exterior verdejante, que permite a entrada de luz natural, enriquecendo desta forma a qualidade destes espaços.

Os pisos um e dois, são de quartos do hotel, sendo que existe em cada piso onze quartos duplos e quatro *suites*, fazendo um total dos dois pisos, de vinte e dois quartos duplos e oito *suites*. As *suites* estão inseridas nos extremos da planta retangular, que permite organizar de forma mais coerente todos os restantes quartos duplos.

Os materiais escolhidos vão de encontro ao tema da dissertação, que é o uso do metal em revestimentos de fachada. Esta escolha deve-se ao facto de o metal ser um material que apesar se destacar no meio de um quarteirão com características tradicionais, o metal aparece aqui como um apontamento do uso deste material que em alguns casos se verifica como um modulo de acresento quer se verifique em altura ou nas traseiras destes edifícios.

Tendo estudado os casos anteriores e ter concluído que as principais funções do uso de uma malha metálica deve-se, ao sombreamento e a uma continuidade de leitura de um todo edifício, a aplicação aqui tem como um outro ponto, como se vai poder verificar posteriormente no tema abordado em que se fala nos azulejos e no ferro utilizado nas habitações no centro histórico do Porto em finais do século XIX, um dos motivos de escolha do metal para este local.

São estes os aspetos pretendidos a serem utilizados nesta proposta. Neste caso pretende-se utilizar este revestimento com base nos estudos estudados, sendo que é utilizado elementos de abordagem semelhantes. O material escolhido é o alumínio. A escolha deste material deve-se ao fato de ser um material que para além de ser bastante abundante e que permite fabricar



praticamente quase todos os elementos construtivos de um edifício, é um material bastante leve, o mais leve dos metais, e que a sua aplicação num alçado com grandes dimensões, é o mais aconselhável em termos estruturais, mas também maleáveis na sua confeção, conferindo um efeito visual pretendido. Embora seja utilizado um sistema de fixação fixo, a opção dos vãos só abrirem por de trás desta malha metálica deve-se ao fato desta mesma malha ter um tratamento de aberturas que permite a entrada de luz, ventilação, e ao mesmo tempo permitir envasamentos visuais para o exterior.

Os invólucros exteriores devem contemplar uma estratégia de iluminação natural, como elemento de controlo da entrada dos raios solares no interior, devendo contribuir pra promover a iluminação natural, e procurar equilíbrio entre os dois elementos, luz e sombra. O objetivo da estratégia de iluminação natural é permitir chegar o máximo de luz do dia ao interior do edifício para uma eficiência e conforto visual, ou até satisfação estética, pois os espaços iluminados por luz natural são mais atraentes e agradáveis. Esta estratégia adiciona a vantagem de redução ou eliminação da iluminação elétrica, contribuindo para uma redução significativa dos consumos energéticos e nos consequentes impactes negativos ambientais. Segundo alguns estudos, nos últimos anos a combinação da maximização da luz natural com a iluminação de elevado rendimento, permite seguras poupanças entre 30% a 50%, podendo chegar na ordem dos 60% a 70%.<sup>1</sup>

*“ Temos a oportunidade de formar o mundo citadino como uma paisagem ideal, coerente e clara. Será necessário uma nova atitude da parte do habitante da cidade, dando novas formas que se organizam gradualmente no tempo e no espaço e que podem ser representadas da vida humana ”*<sup>2</sup>

*Kevin Lynch*

O revestimento metálico aqui aplicado, é de superfície perfurada em malha, com um módulo retangular. O suporte destes painéis é feito através de perfis metálicos, em que estes são aparafusados. O material utilizado como referido é o alumínio, sendo que confere uma imagem intermédia entre os estores em alumínio do edifício de habitação do Souto Moura, e a perfuração presente no projeto do Jean Nouvel, sendo que neste caso desenvolvido é utilizado uma perfuração que vai mais de encontro à ornamentação, tendo no entanto um aspeto funcional, que é o de sombreamento.

Tendo a cidade do Porto um clima, em que os níveis de calor e luz solar consoante as horas do dia, podem criar condições desconfortáveis, a malha metálica é uma opção viável para estabelecer um equilíbrio entre luz e sombra, calor e ventilação.

---

<sup>1</sup> PALHINHA, Milene.2009. Sistemas de Sombreamento em arquitetura. Tese Mestrado. Lisboa

<sup>2</sup>Lynch, Kevin, 1960, p.103



Fig.3.24 Planta piso 0

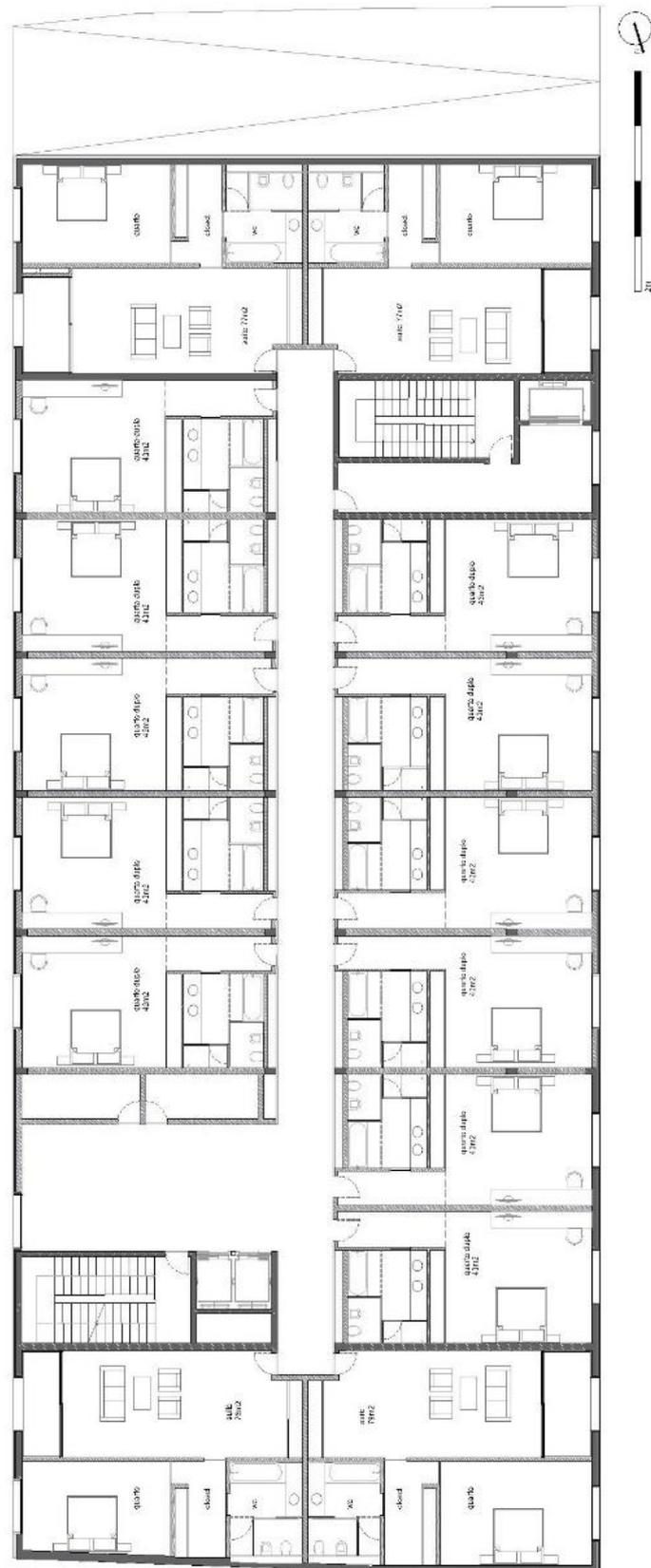


Fig.3.25 Planta piso 1

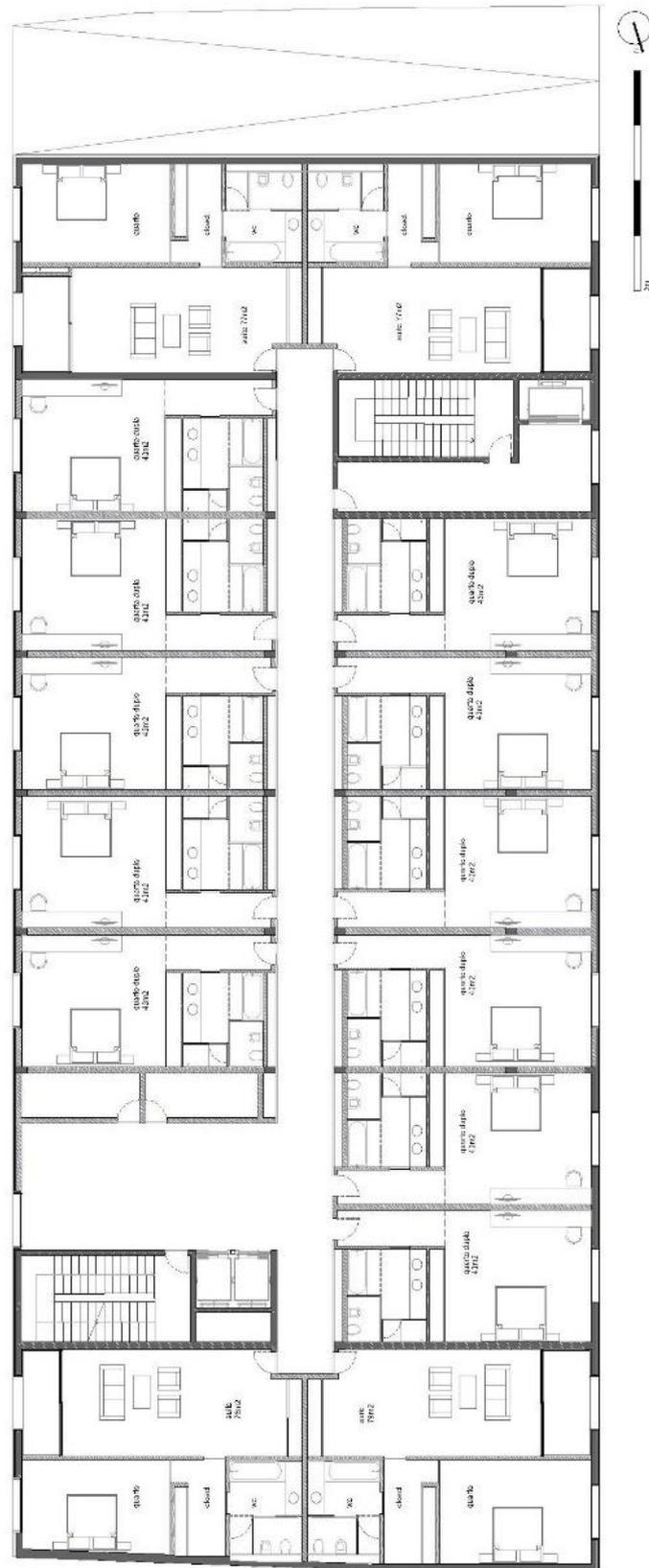


Fig.3.26 Planta piso 2

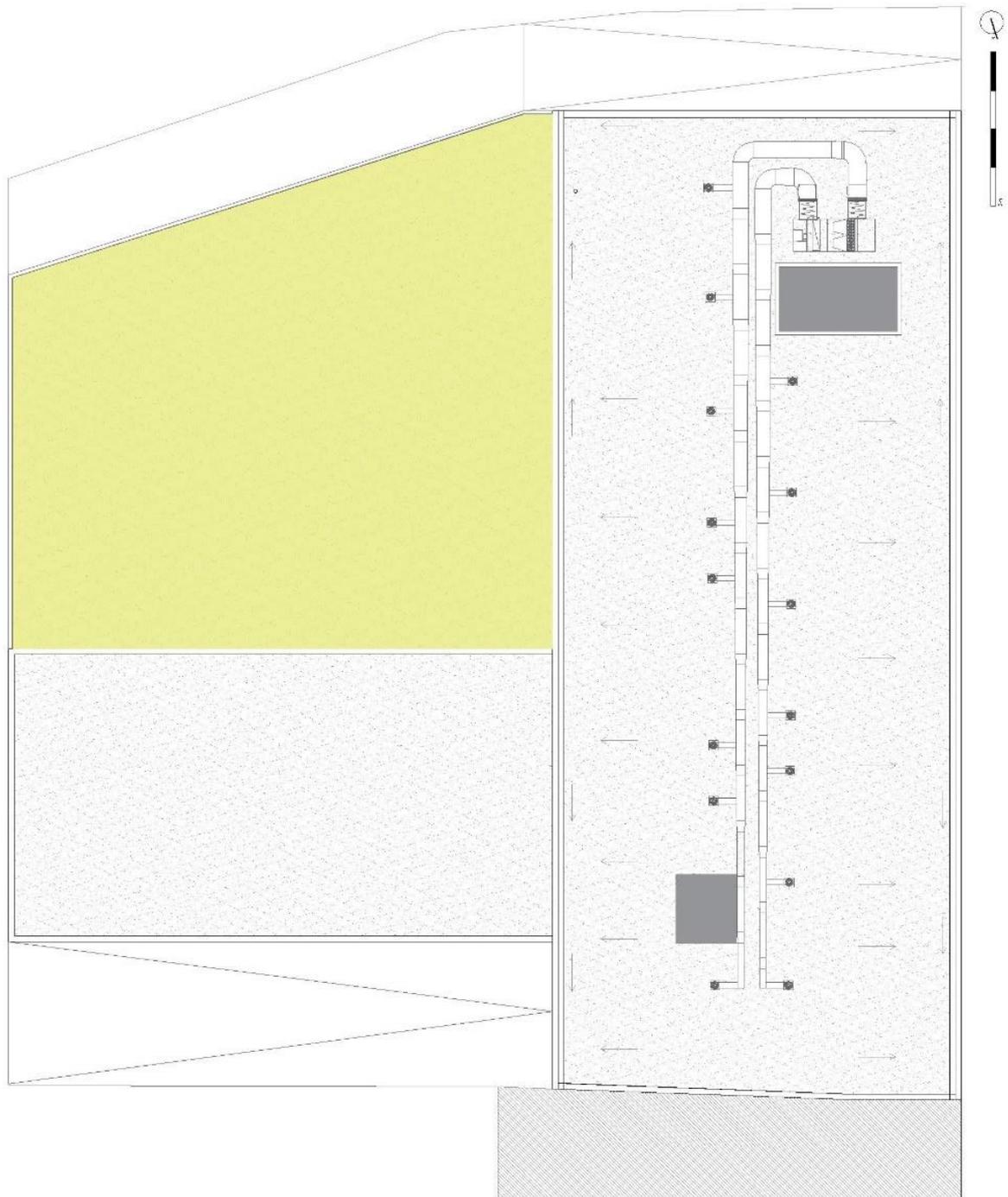


Fig.3.27 planta de cobertura

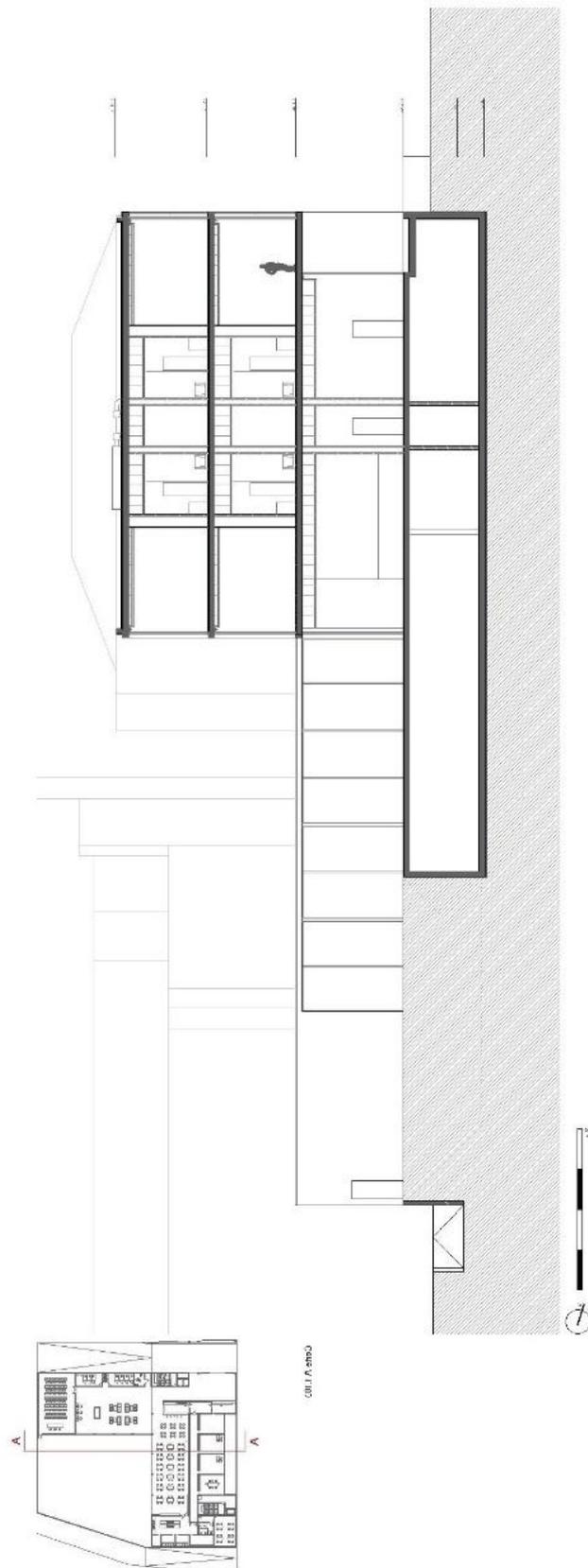


Fig.3.28 Corte A

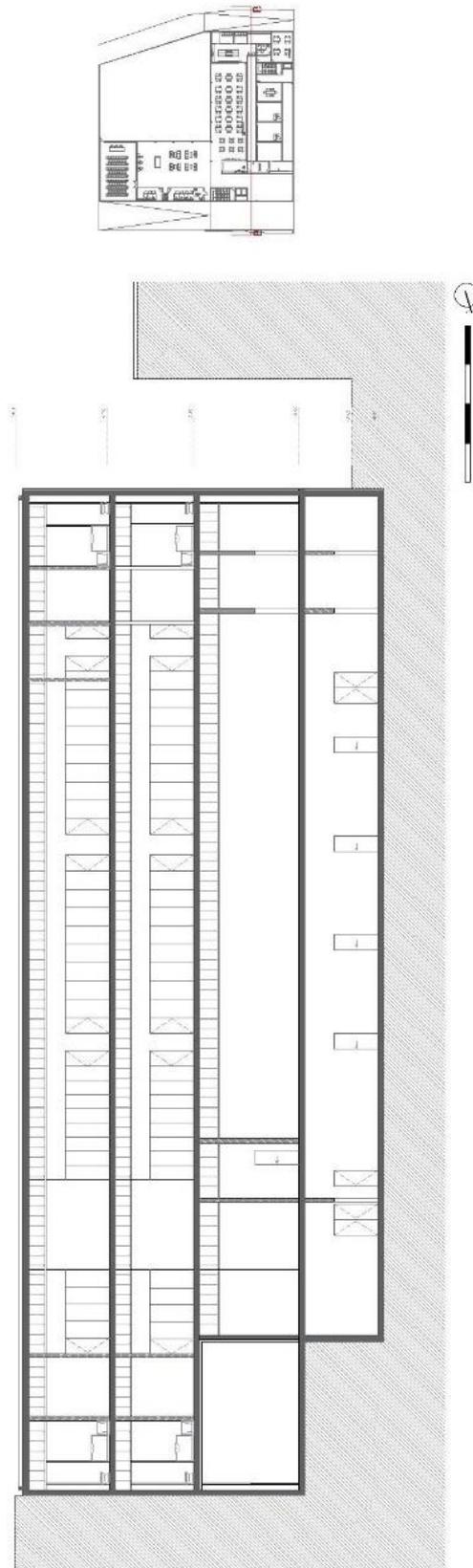


Fig.3.29 corte A'

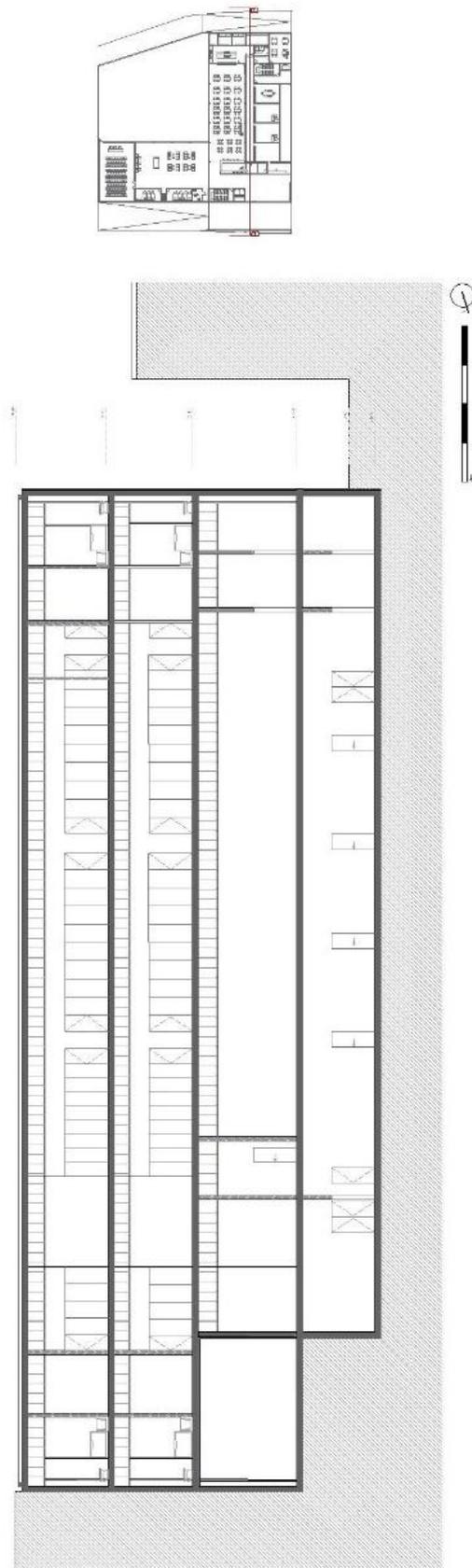


Fig.3.30 corte B

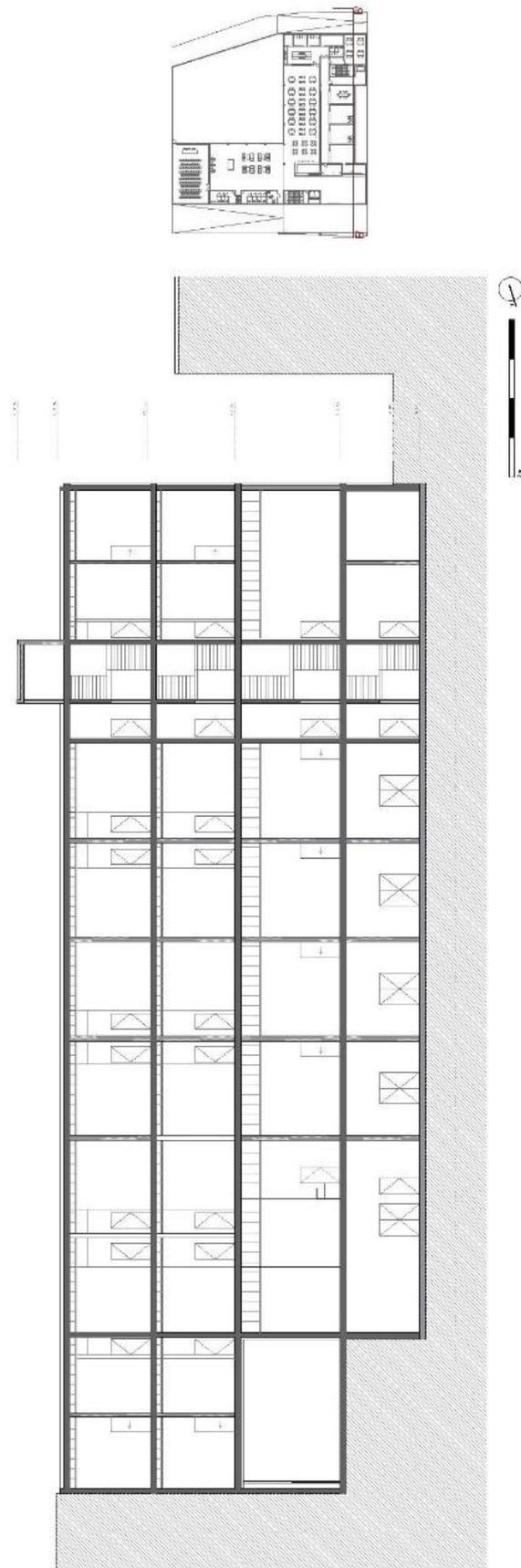


Fig.3.31 corte B'

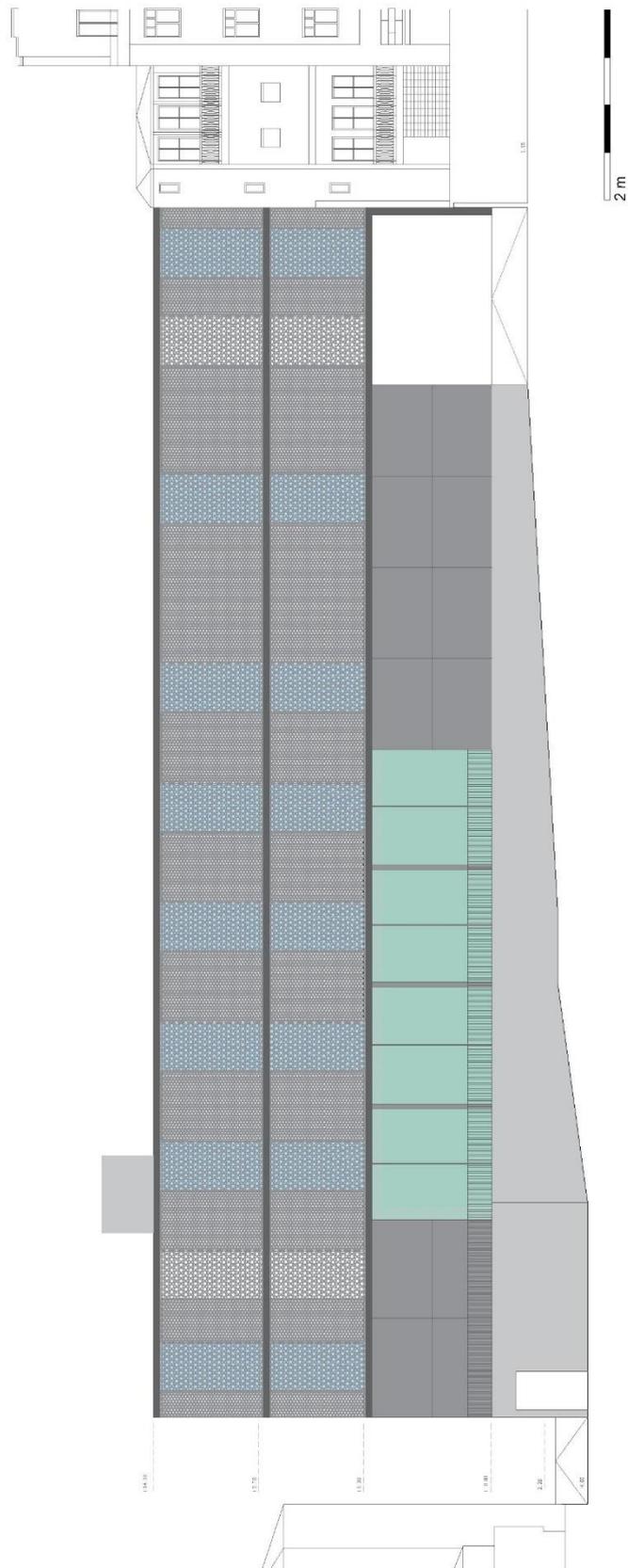


Fig.3.32 Alçado Nascente

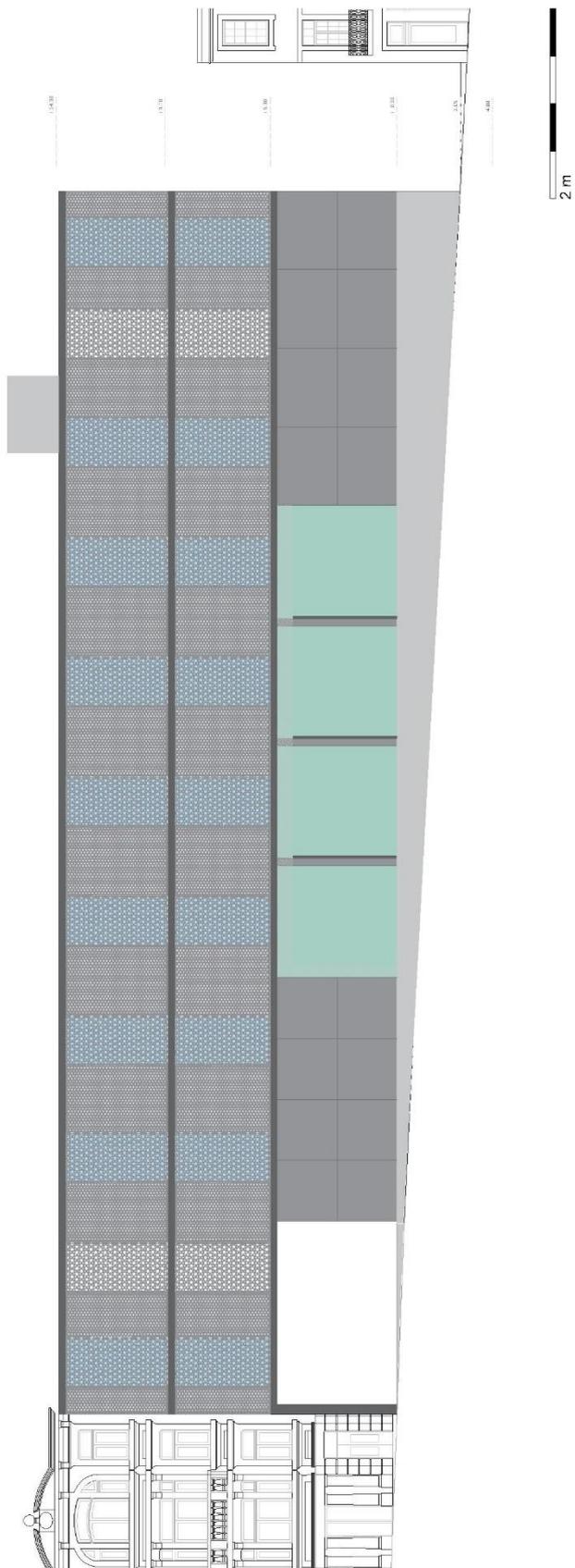


Fig.3.33 Alçado Poente

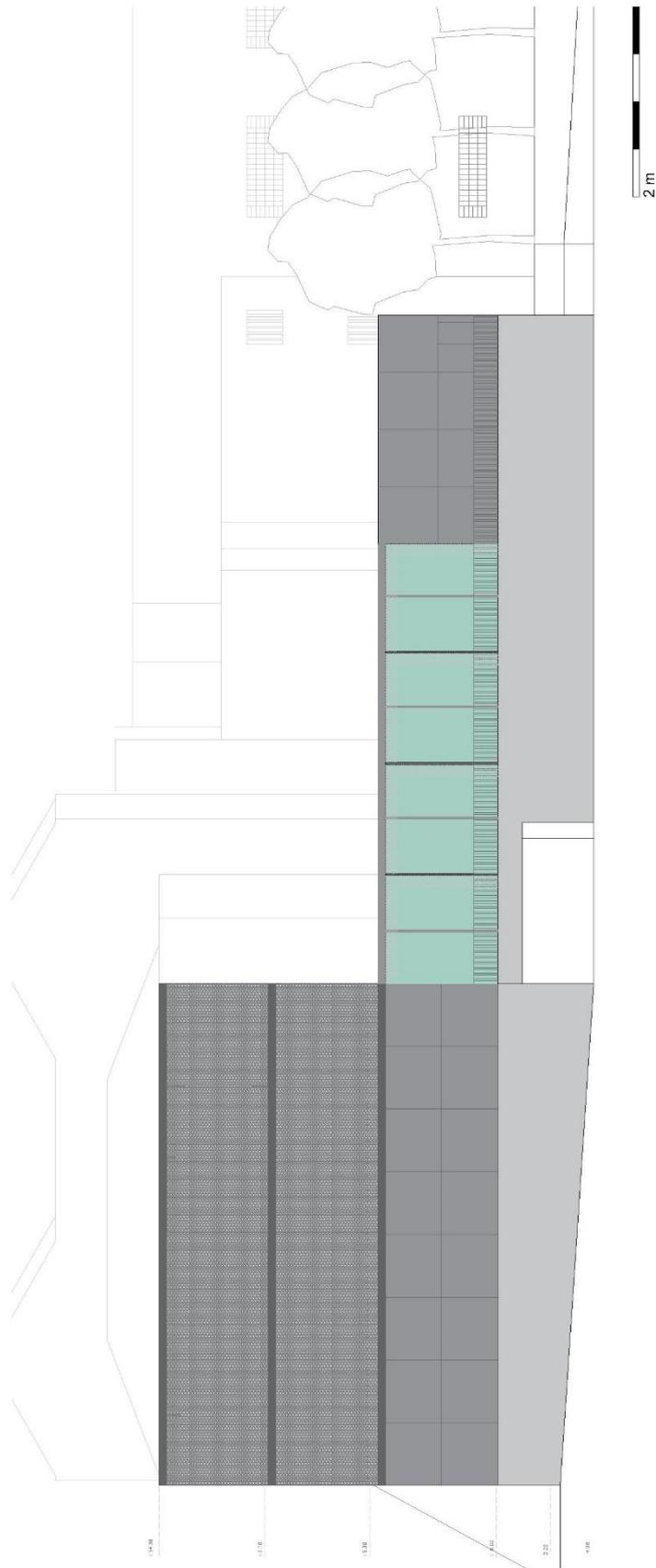


Fig.3.34.Alçado sul

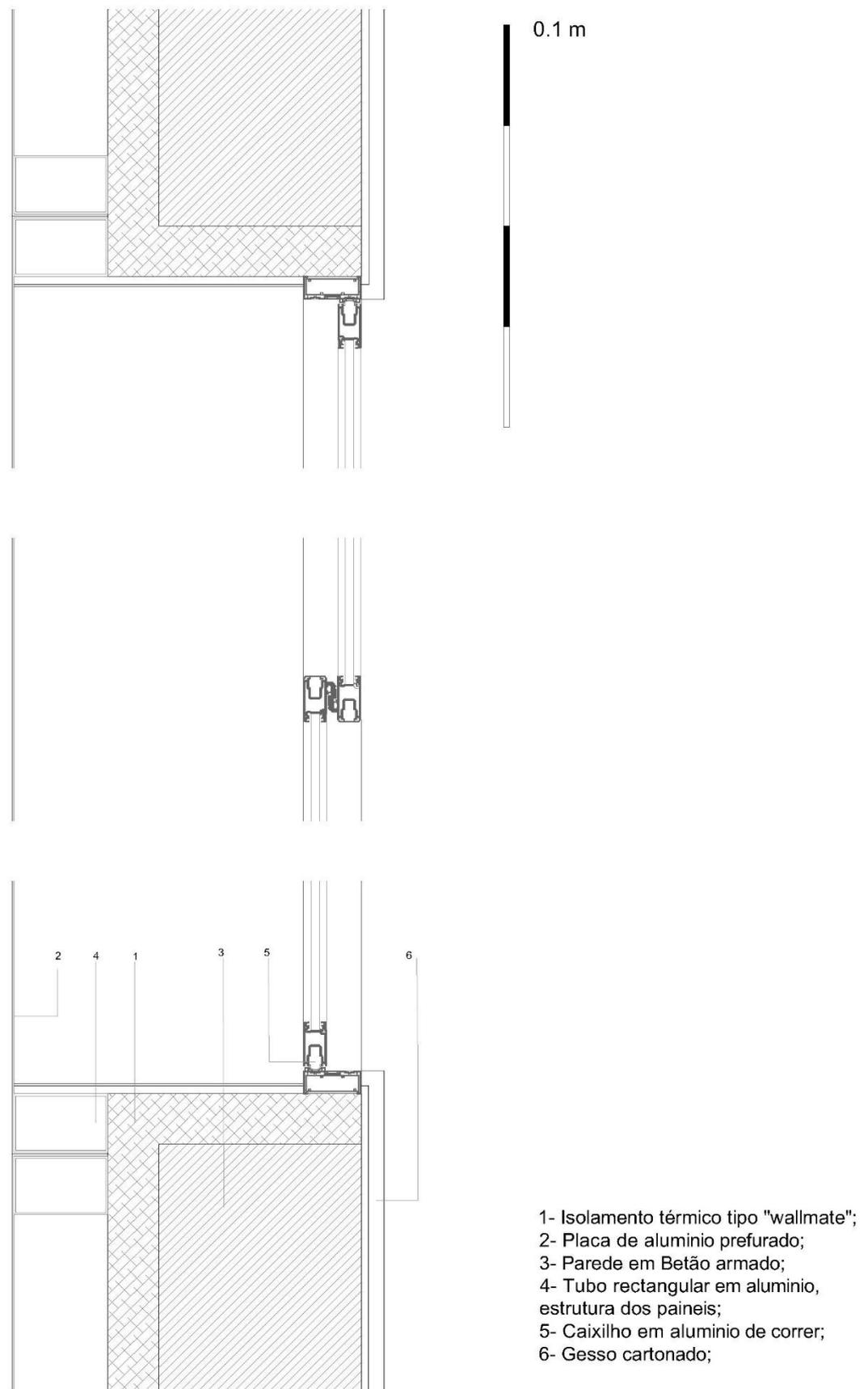


Fig.3.35 corte horizontal, vão



Fig.3.36 Varanda cidade do porto, exemplo 1



Fig.3.37 Varanda cidade do Porto, exemplo 2



Fig.3.38 varanda na cidade do Porto, exemplo 3

### 3.4.1 Reinterpretação do azulejo do Porto em revestimento metálico

A azulejaria, enquanto arte e ofício, distingue-se pelo seu carácter prático e decorativo, e é, e será sempre, o reflexo de uma época, manifestando-se como testemunho de movimentos religiosos, tecnológicos, mercantis ou meramente como objeto utilitário e pessoal, do dia-a-dia. O azulejo de fachada constitui um dos mais importantes patrimónios do final do século XIX e princípios do século XX, nomeadamente em Santo Ildefonso, do qual é seu componente intrínseco. E esta herança consolida-se justamente na arquitetura deste período, onde o revestimento cerâmico assume papel de destaque na identidade e especificações deste edificado. Este trabalho compreende todo o revestimento cerâmico presente nos dois quarteirões que envolvem o Jardim de S. Lázaro, assim como o invólucro cerâmico que guarnece os seus principais templos religiosos. Juntamente com a componente técnica é dissecado também o campo político-social, primeiro condicionante do desenvolvimento desta comunidade, do seu edificado e, por conseguinte, dos circunstancialismos que provocam o desejo e a procura pelo azulejo de fachada. Inerente ao estágio, e servindo de pilar de sustentação ao enquadramento teórico, decorreu um amplo processo de inventariação, onde foram recolhidos todos os dados e feito um registo fotográfico do azulejo de fachada desta freguesia, para que se efetuassem fichas de catalogação.

A palavra em si, azulejo, tem origem no árabe az-zuleij<sup>1</sup> que significa pequena pedra polida e seria usada para designar o mosaico bizantino do Próximo Oriente. Contrariamente ao que se afirma com frequência, esta não tem qualquer relação com o termo azul<sup>1</sup>. Esta associação errónea deve-se sobretudo ao facto de grande parte da produção portuguesa de azulejo se caracterizar pelo emprego maioritário dessa cor. O objeto consiste num artefacto cerâmico de pouca espessura, geralmente, quadrado em que uma das faces é vidrada, resultado da cozedura de um revestimento usualmente denominado como esmalte, que se torna impermeável e brilhante. Esta face pode ser monocromática ou policromática, lisa ou em relevo.

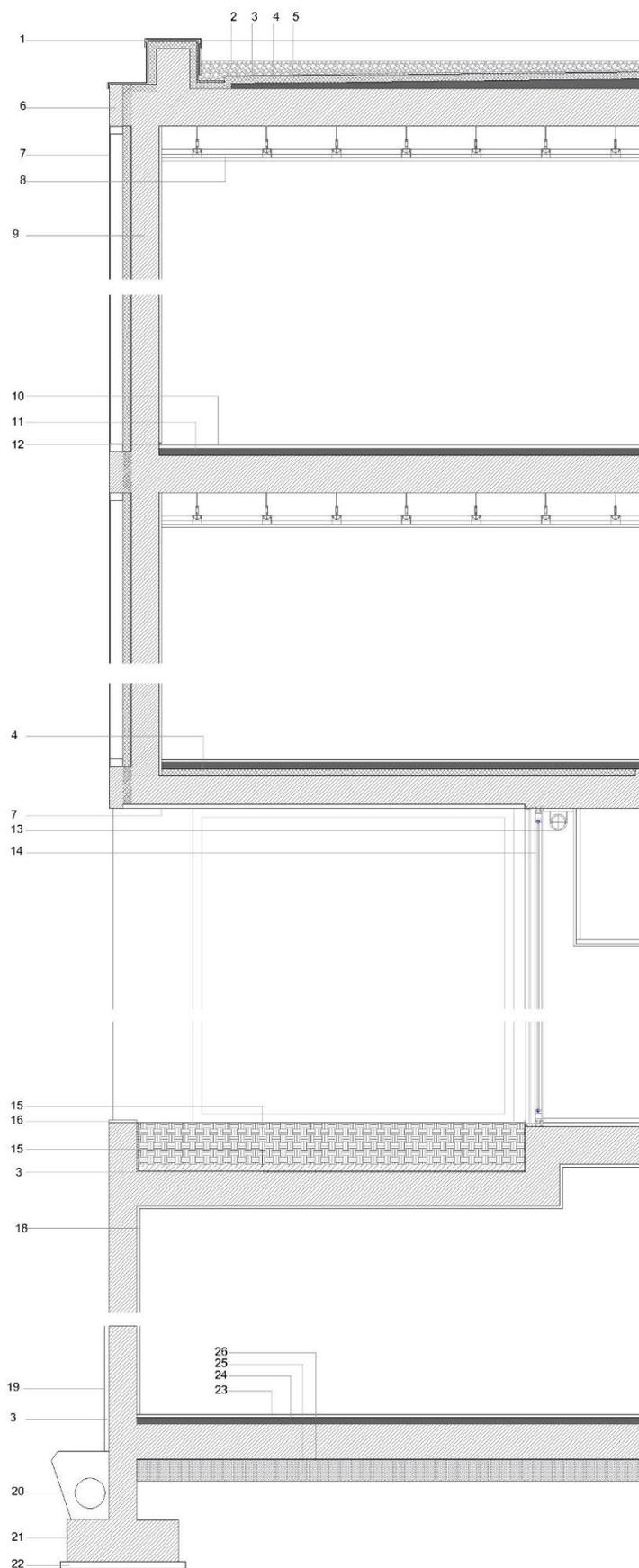
É comumente usado em grande número como elemento associado à arquitetura no revestimento de superfícies interiores ou exteriores ou como elemento decorativo isolado. A sua utilização pode-se observar já na Antiguidade, na época do Antigo Egipto e na região da Mesopotâmia, alastrando-se por um amplo território com a expansão islâmica, pelo Norte de África e depois pela Europa (zona do Mediterrâneo), penetrando na Península Ibérica por mãos mouras que levam consigo a origem do termo atual.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Este termo deriva do persa الازورد - lazward, que é o nome do local conhecido por ser um grande depositário da pedra semipreciosa de intensa cor azul, lápis-lazúli (pedra de lazward). Estas indicações encontram-se disponíveis na internet - <http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/pt/Azure> (26 Nov. 2009)

<sup>2</sup> BROCHADO, Alexandrino - Capela das Almas - Uma jóia da azulejaria portuguesa. Porto: Livraria Telos Editora, 1985, pp.11,31.

<http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/55783>



- 1- Rufo em chapa de zinco;
- 2- Seixo;
- 3- Tela betuminosa,
- 4- Isolamento térmico tipo "wallmate";
- 5- Camada de forma;
- 6- Viga de corte térmico tipo "schock";
- 7- Placa de alumínio perfurado;
- 8-Teto falso em gesso cartonado;
- 9- Parede em Betão armado;
- 10- Alcatifa;
- 11- Enchimento;
- 12- Cantoneira;
- 13- Caixa de estores;
- 14- Caixilho em alumínio "vitrocsa";
- 15- Terra/jardim;
- 16- Capeamento em pedra;
- 17- Areia;
- 18- Reboco pintado;
- 19- Geotextil;
- 20- Geodreno;
- 21- Sapata;
- 22- Betão de limpeza;
- 23- Autonivelante;
- 24- Argamassa;
- 25- Enrocamento/brita;
- 26- Tela de Polipropileno;
- 27- Tubo rectangular em alumínio, estrutura dos paineis;
- 28- Caixilho em alumínio de correr;
- 29- Gesso cartonado;
- 30- Betão armado.

Fig.3.39 Pormenor construtivo, vertical, fachada.

O oriente islâmico impulsiona qualitativamente a produção de revestimentos parietais pelo contacto com a porcelana chinesa que, pela rota da seda, surge em vários centros artísticos do Próximo Oriente. Durante a permanência islâmica na Península Ibérica a produção do azulejo cria bases próprias em Espanha (2) através de artesãos muçulmanos e desenvolve-se a técnica mudéjar entre o século XII e meados do século XVI em oficinas de Málaga, Valência (Manises, Paterna), Talavera de la Reina e ainda no maior centro o de Sevilha (Triana).<sup>2 1</sup>

Pode-se portanto verificar que em toda a extensão da fachada existem intervalos em que esta regra de círculos maiores e pequenos se aplica, que é no caso dos vãos, sendo que nos restantes módulos, onde existe parede, a grelha metálica tem uns círculos de um só tamanho.

Esta aplicação nos vãos de diferentes tamanhos na malha metálica, deve-se ao fato de fazer com que haja uma maior visibilidade para o exterior, visto que esta malha é fixa, podendo apenas abrir as janelas que correm pelo interior. Sendo assim, este padrão tem um lado de elo de ligação com o que o rodeia na sua envolvente, mas também tem a função de permitir a entrada de luz, assim como ao mesmo tempo servir de proteção solar, ou seja sombreamento

---

<sup>2</sup> BROCHADO, Alexandrino - Capela das Almas - Uma jóia da azulejaria portuguesa. Porto: Livraria Telos Editora, 1985, pp.11,31.

<http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/55783>

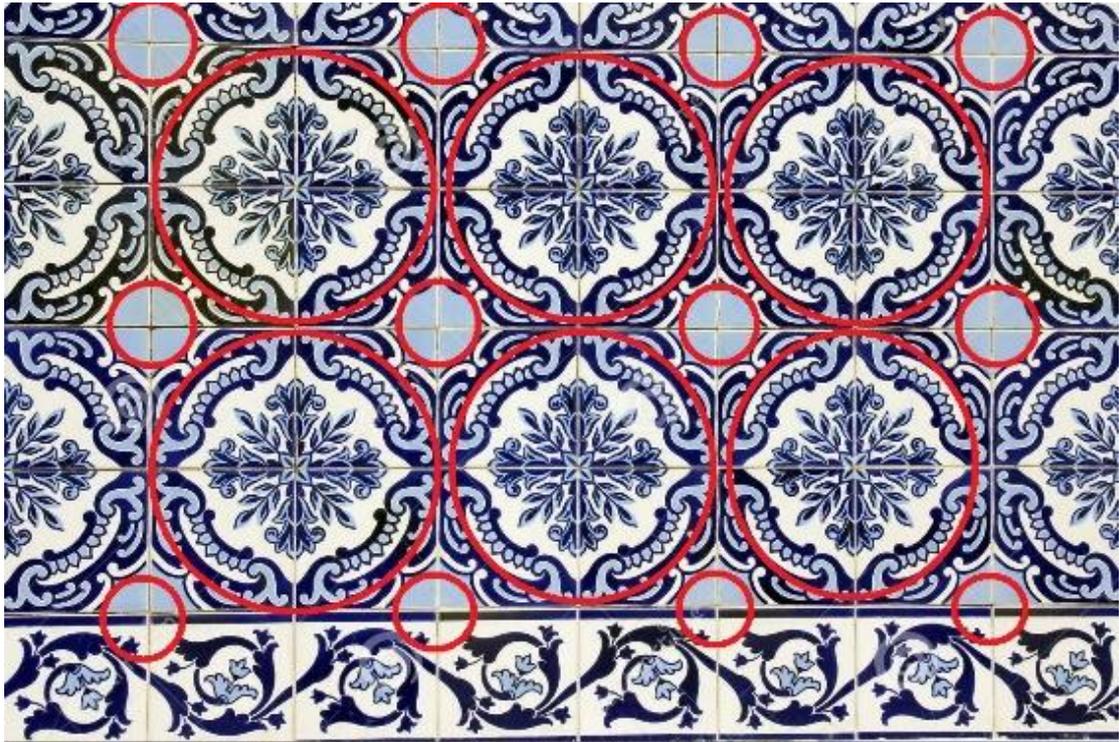


Fig.3.40 estudo de ornamento de azulejo de fachada, Porto.



Fig.3.41 estudo de ornamento de azulejo de fachada, Porto.

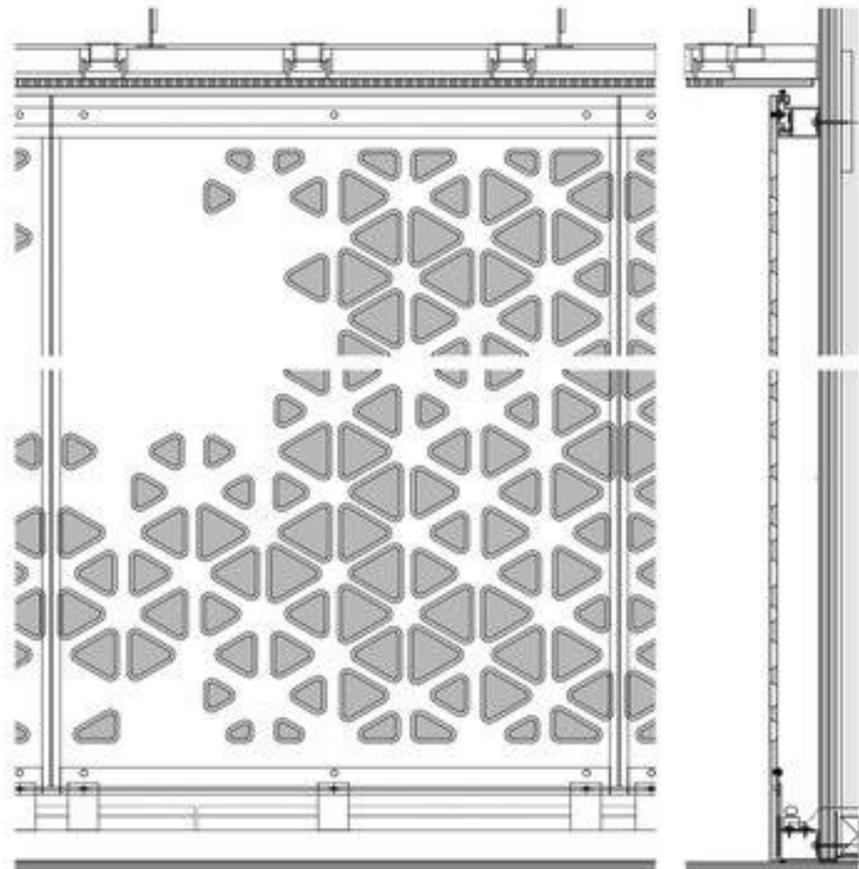
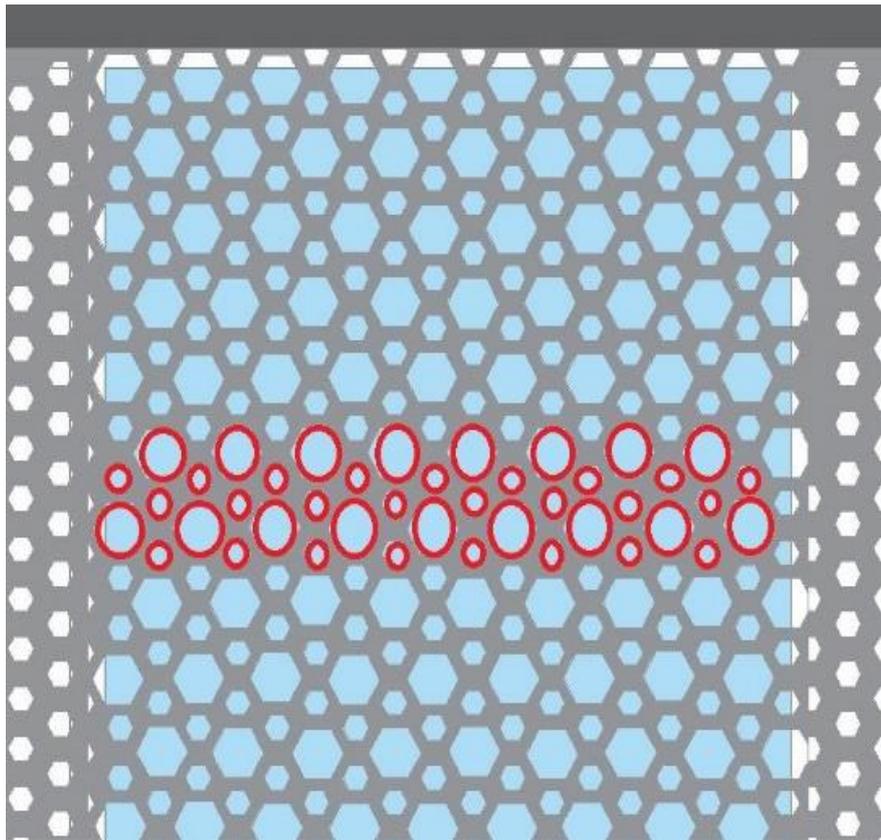
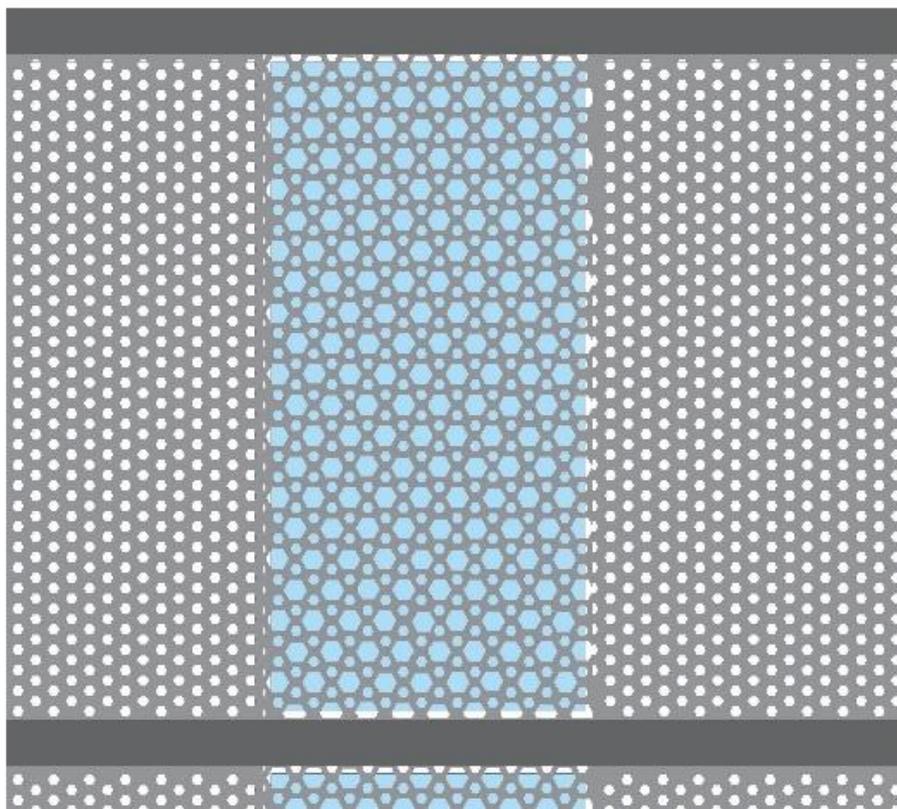


Fig.3.42 exemplo, detalhe de ornamento perfurado, *DGJ+NAU*



a)



b)

Fig.3.43 Malha metálica em projeto do hotel. a), b)

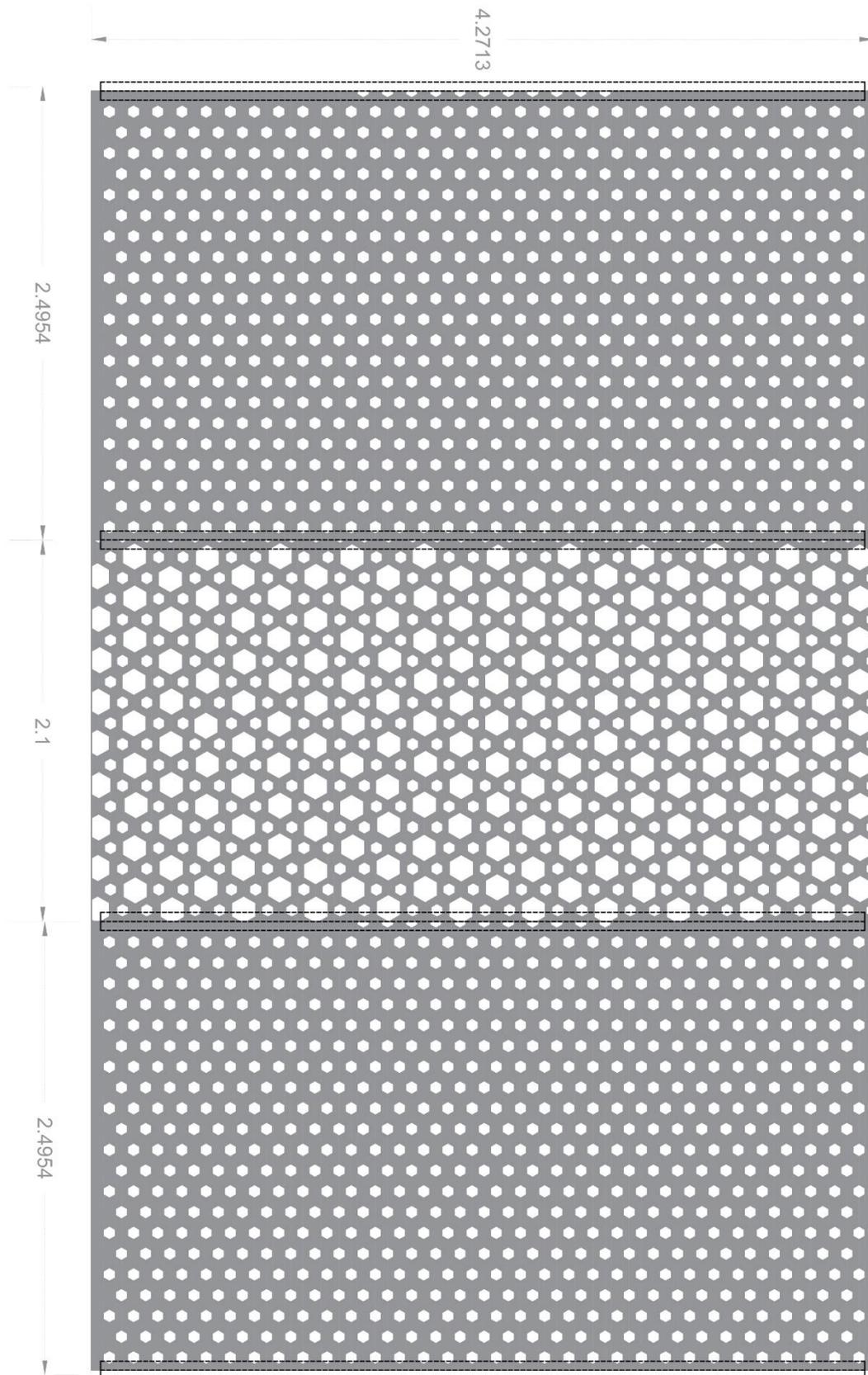


Fig.3.44 malha metálica

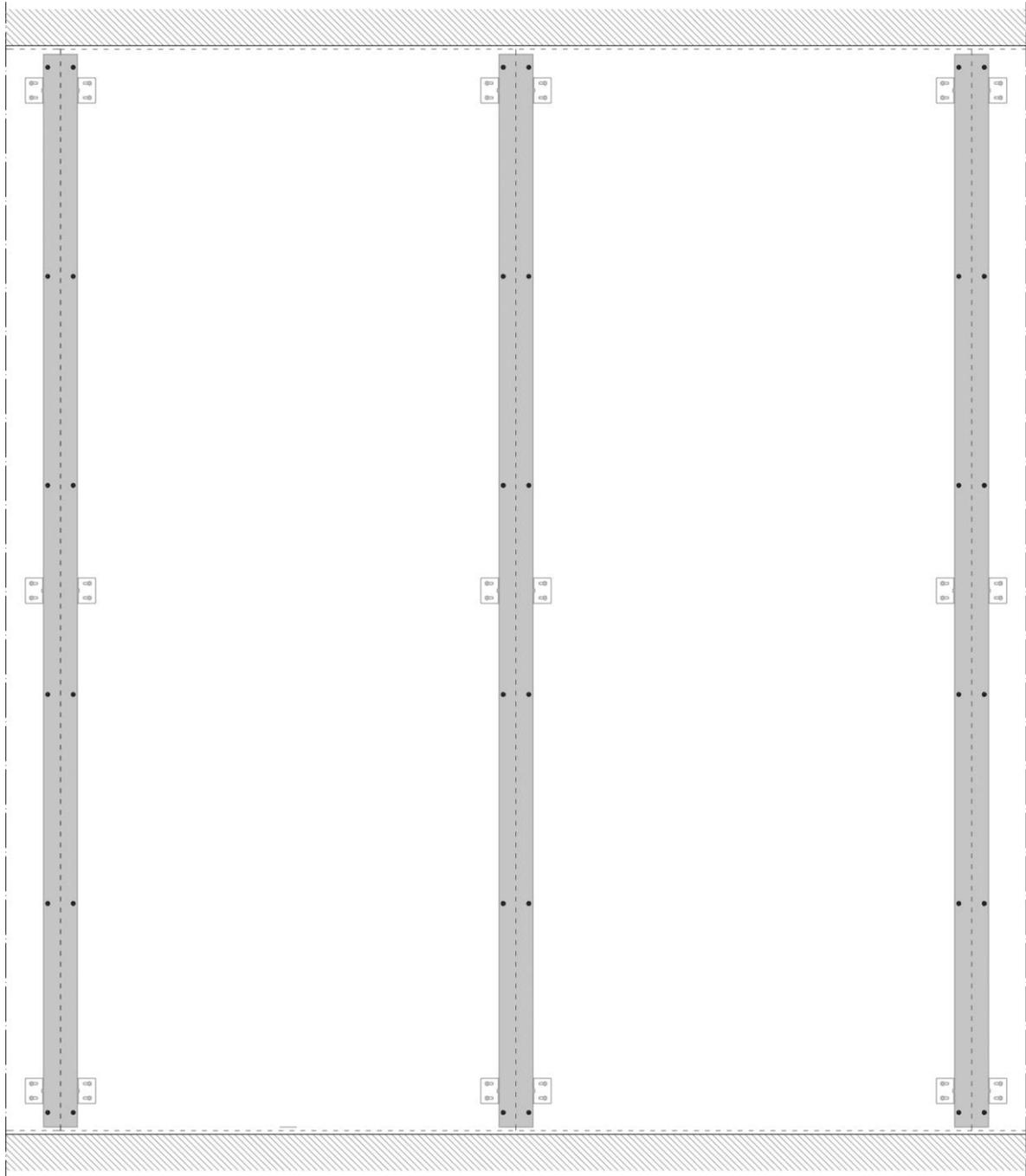


Fig.3.45 estrutura dos perfis da malha metálica

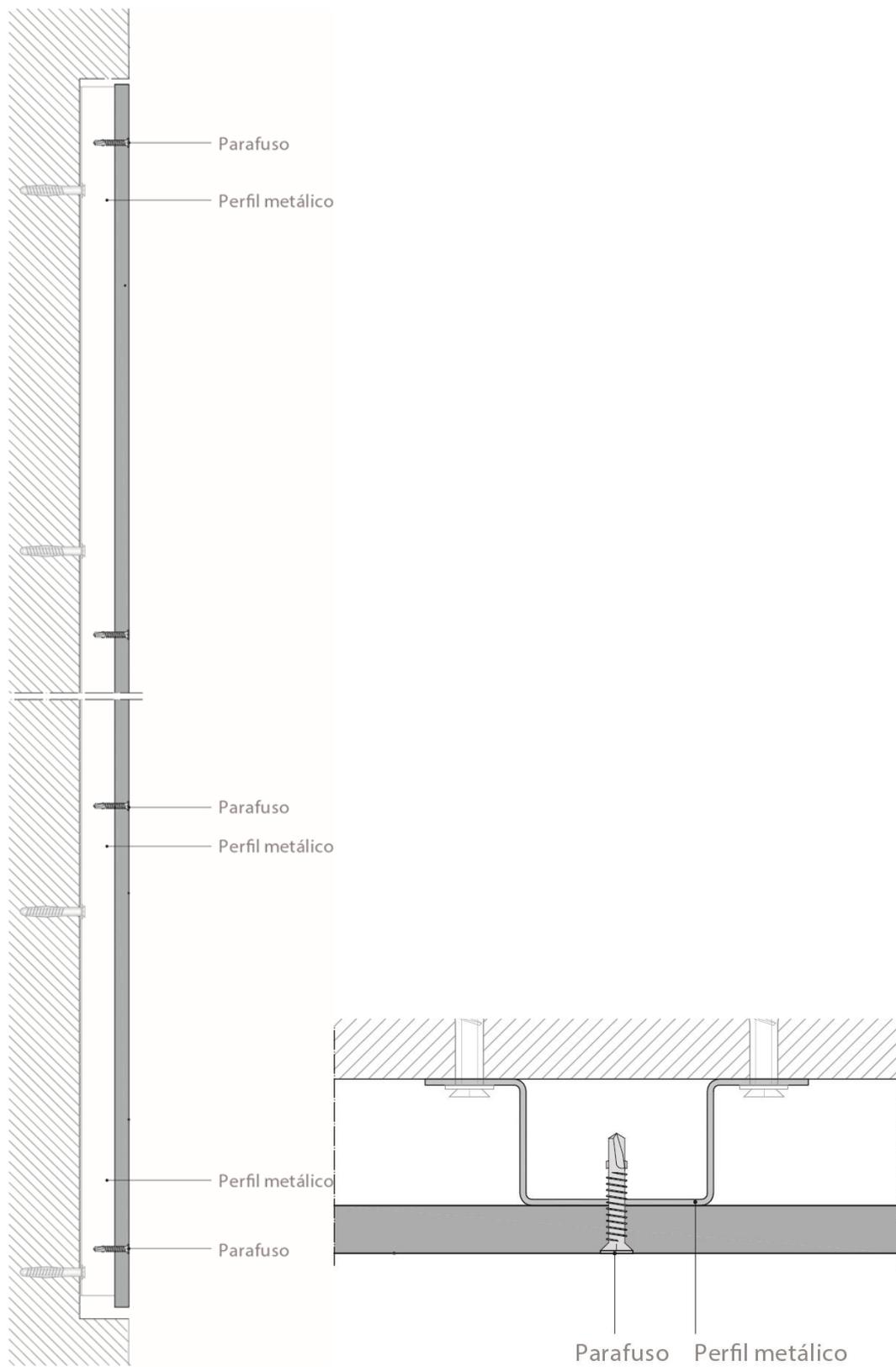


Fig.3.46 corte vertical de estrutura, pormenor de fixação dos perfis

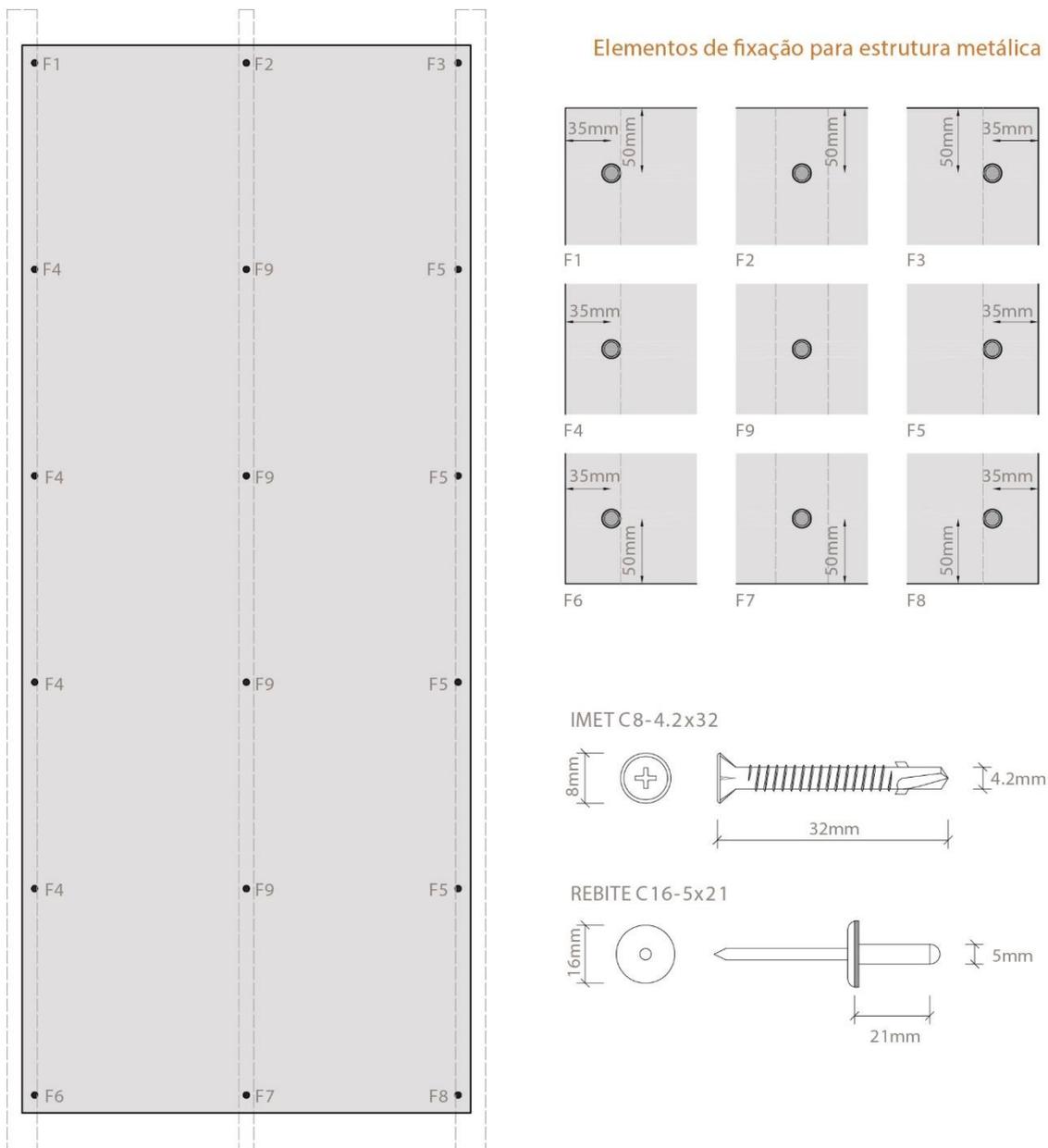


Fig.3.47 elementos tipo, de fixação da estrutura metálica

## Capítulo IV – Considerações Finais

### 4.1 Conclusões, e crítica sobre os casos de estudo

A conclusão que se pode tirar sobre os casos de estudo está na relação do alçado, que têm características semelhantes no que toca ao revestimento.

*“ A arquitetura contemporânea substitui a ideia de fachada pela ideia de pele: uma camada exterior que fica entre edifício e a sua envolvente. Não numa posição neutral, mas uma membrana ativa, informativa; comunicativa e em comunicação. Mais que paredes com buracos, peles técnicas, interativas. Peles colonizadas por elementos funcionais capazes de incorporar outras camadas: sobrepostas em vez de coladas. Correções manipuladas e/ ou temporárias, erupções, gráficos ou estampas, mas também imagens projetadas. Assim como reversível e virtual- Fantasias digitais direcionadas transformando o interface autêntico edifício entre o individuo e o envolvente; e a fachada, numa tela interativa, o limite de fricção entre o edifício e o contexto que muda ao longo do tempo”.<sup>1</sup>*

Embora com programas diferentes, sendo um hotel e outro uma habitação coletiva, esta semelhança em termos de abordagem de alçado é semelhante. Como foi verificado anteriormente em ambos os casos o uso de uma malha metálica para uma leitura quase que toda ela uniforme do “objeto”, é um dos principais aspetos semelhantes de ambos os projetos. Porém, existe duas diferenças logo a partida no que toca ao tipo de aplicação de revestimento. Enquanto no caso do Jean Nouvel, ele utiliza um tipo de revestimento fixo, que depois o transporta para um revestimento móvel com a colocação de aberturas nos vãos, no caso do edifício do Souto Moura o revestimento funciona ao contrário, sendo que ele utiliza um sistema móvel, que é o caso de persianas em alumínio, e faz com este seja fixo, em locais onde não existe vãos.

Uma outra diferença é que no caso do edifício de Hotel do Jean Nouvel, existe uma fragmentação de blocos, fazendo com que a linguagem em termos de leitura de alçado seja ela repartida, enquanto que no caso do edifício habitacional do Souto Moura na Maia, esta leitura está centrada num único objeto. Embora não só o tipo de metal seja diferente em ambos, a sua aplicação também é ela diferente, mas com a finalidade de fazer com que o edifício seja todo ele homogéneo, tendo igualmente uma função a nível de sombreamento e de climatização. No caso do edifício do Jean Nouvel, verificamos a aplicação de uma grelha metálica oxidada fixa, com vãos de abrir com igual revestimento. No caso do edifício do Souto Moura na maia, verificamos a aplicação de uma malha métrica que consiste na aplicação de estore em alumínio em todos os alçados, conferindo uma imagem homogénea. No caso do edifício na Maia, existe a diferença de tratar o objeto de forma isolada, não tendo muitas preocupações com a envolvente ao contrário do Hotel de Jean Nouvel, em que a oxidação do metal e a repartição do programa por blocos faz com que se enquadre perfeitamente na envolvente.

---

<sup>1</sup> Gausa, Manuel.2001. Dicionário metápolis arquitetura avanzada. Barcelona. P.467.



A opção destas duas escolhas baseia-se na base do projeto desenvolvido na cadeira de projeto 5.1 Mestrado integrado de arquitetura, fazendo com que a utilização de uma aplicação de revestimento metálica seja aqui utilizada.

É portanto neste seguimento, que se faz uma conclusão crítica ao projeto desenvolvido na cadeira de projeto. Pelo facto deste não ter tido um amadurecimento de ideias pretendidas, embora a ideia da aplicação metálica sempre tivesse sido um elemento claro de que era assumido, e fazendo uma análise dos projetos do Jean Nouvel e do Souto Moura, verifica-se à priori que a aplicação que é feita nestes dois edifícios é feita de forma subtil no que toca à envolvência dos materiais, verifica-se uma certa harmonia, fruto das poucas variações em termos de materiais, se o hotel Saint-James é utilizado um material em aço oxidado que reveste todo o edifício, e o edifício de habitação na Maia é utilizado o alumínio em forma de estore, igualmente em todo o edifício, exceto no piso 0, no projeto proposto, essa situação não acontece, visto que o revestimento da malha só acontece no primeiro e segundo piso, onde este é interrompido pela laje que separa os pisos, sendo que nos pisos inferiores, existe igualmente uma separação de linguagem de materiais, onde no piso 0 é utilizado igualmente o metal, mas aplicado em placas lisas, enquanto que no piso -1 é em betão aparente, aqui justificável por se encontrar em desnível e fazer com que tenha um carácter de base de suporte. Estas diferenças fazem obviamente questionar a sua ligação com os exemplos tanto do Jean Nouvel, como do Souto Moura, onde esta situação não acontece. Uma outra crítica que se conclui, é o facto de que neste projeto é utilizado um sistema fixo, caso da malha perfurada, questionando até que ponto, e pegando no exemplo do Jean Nouvel, este não poderia se transformar igualmente num sistema móvel, abrindo na zona dos vãos.

Todo o estudo aqui presente leva-nos para um único tema que se resume na imagem da fachada. Sabendo que esta é aquela que está em constante contato com tudo aquilo que a rodeia, o tratamento desta torna-se indispensável. É, portanto, um tema que gera um certo prazer aos arquitetos desenvolver e trabalhar, sendo que esta é a que causa um primeiro impacto visual da sua obra. Não se pode, no entanto, trabalhar este tema como se de um caso isolado se trata-se. Como já referido, a fachada é um elemento exterior ao qual está rodeado quer seja por elementos de carácter construtivos, edifícios, estradas etc, ou por elementos de carácter naturais, arvores, rios etc, em que como um bom exemplo deste último é a falling water de Frank Lloyd Wright. Sendo assim, e tendo em atenção aquilo que nos rodeia, temos que ponderar de forma justificativa se deve ou não existir uma rutura de linguagem com o que existe e o que irá existir. Pegando na frase de Otto Wagner, que diz :

*“A arte e os artistas devem e tem de representar o seu tempo. A nossa salvação futura não pode consistir em imitar todas as tendências estilísticas que ocorreram nas últimas décadas. A arte deverá estar à nascença imbuída do realismo do nosso tempo.”*



Chega-se a uma conclusão que apesar de ter em atenção tudo aquilo que nos rodeia, é imprescindível que haja uma rutura, fruto do desenvolvimento dos nossos tempos, e que é indispensável às necessidades do quotidiano contemporâneo.

Apesar de o alçado ser uma mera forma linguística/visual, a sua abordagem não implica porém que a forma, ou volumetria do edifício não respeite a envolvente no que toca a cotas, envasamentos visuais, etc. Resumindo, o ideal é existir um meio-termo, que apesar de existir uma rutura, fruto do desenvolvimento tecnológico e civilizacional, exista nem que seja pelo menos um elo de ligação entre o velho e o novo, caso do Hotel Saint-James.

Como se pode verificar no projeto, existe uma separação linguística, se assim se pode chamar, do alçado e do interior. Esta diferença não tem contudo de ser encarada como algo negativo, como se pode verificar na forma como Robert Venturi pensa os alçados.

Robert Venturi, um dos principais precursores do Pós Modernismo, critica a tabula rasa da arquitetura Modernista. Ele enfatiza o uso tradicional dos estilos no seu livro *Complexity and Contradiction in Architecture*.<sup>1</sup>

Na sua discussão sobre Pós Modernismo, Venturi especifica o seu argumento na formação de superfícies exteriores. Critica a reflexão funcional nas fachadas. A formação de superfícies exteriores não tem, a seu ver, de serem tratadas como um “veículo de sinais”, ou seja representar o reflexo do interior no exterior e vice-versa. Acentua ainda que as fachadas devem ser reflexo da sua própria função. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Venturi, R. (1977). *Complexity and Contradiction in Architecture*. New York: The Museum of Modern Art.

<sup>2</sup> Sarnitz, August, Wagner, Taschen, 2003



### Referências Bibliográficas

- [1] Amorim Faria, José. Prefabricação leve em edifícios. Comunicações das 2.as Jornadas de Construções Civas, 11 de Maio de 1993
- [2] Boissiere Oliver, Jean Nouvel, Editorial Gustavo Gili, S.A, , Barcelona, 1997
- [2] EDUARDO SOUTO MOURA, Ascensio Paco, Loft Publications, 1ª ed., Lisboa,2004
- [3] Enor, Prémio de Arquitetura Ascensores V- 2011
- [4] Façades, Detail, serie 48, Munchen, 2008
- [4] Gausa, Manuel.2001. Dicionário metápolis arquitetura avanzada. Barcelona
- [5] Lisboa, A exaltação do Ferro, António Osório de Castro, Gustavo De Almeida Ribeiro, Edições Inapa, 1999
- [6] Material Innovation, Architecture, Andrew H.Dent & Leslies Shern, Thames & Hudson, London, 2014
- [7] Mascarenhas, Jorge. Sistemas de Construção Volume II – Paredes: paredes exteriores 1ºparte. Livros Horizonte, Lisboa, 2010.
- [8] “Revestimento metálico en fachadas y cubiertas” , Jaume Avellanda
- [9] Tectonica fachadas ligeiras, nº1 monografías de arquitectura y construcción, ATC Ediciones, Madrid, 1996
- [10] Tectónica nº22, Aluminio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora.
- [11] Tectónica nº 32- envolventes metálicas Aluminio, Editorial Gustavo Gili Ida, Amadora
- [12] Revista, ARCHI NEWS, Nº16, Insecity,LDA.,Lisboa, 2010
- [13] Venturi, R. (1977). Complexity and Contradiction in Architecture. New York: The Museum of Modern Art.
- [14] Sarnitz, August, Wagner, Taschen, 2003
- [15] Staib Dorrofer Rosenthalk, Components and Systems, edition Detail, Berlin
- [16] Silva Patricia, Varanda em edifícios de habitação plurifamiliar na cidade do Porto, Dissertação, FAUP
- [17] Steel Construction , Detail, Munchen,47 serie 2007
- [18] Metal Cladding and Roofing Manufacturers Association (MCRMA). MCRMA Technical Paper Number 5–Metal Wall Systems Design Guide.Outubro2004.
- [19] Patrice Goulet, Jean Nouvel, Editioins Du Regard 14, Paris
- [20] Património da humanidade – volume 5; UNESCO.

[21] Rio de Mouro, 2005; Círculo de Leitores (p.204-205).

[22] Portugal Património, volume I; ALMEIDA, Álvaro Duarte/BELI, Duarte (p. 346-348).

[23] Rio de Mouros, 2007; Círculo de Leitores.

#### Fontes

[24]<http://wwwo.metalica.com.br/cronologia-do-uso-dos-metais-o-ferro-e-o-aco-na-construcao>

[25] [http://www.steelconstruction.info/Facades\\_and\\_interfaces](http://www.steelconstruction.info/Facades_and_interfaces)

[26] <https://proyectos4etsa.wordpress.com/2012/07/06/casa-exposicion-de-berlin-1931-walter-gropius/>

[27] <https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf>

[28][http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/09\\_000141996.pdf](http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/09_000141996.pdf)

[29]<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Guggenheim-bilbao-jan05.jpg>

[30]<http://simplesmenteberlim.com/wp-content/uploads/2012/09/MuseuJudaicoBerlim.jpg>

[31] <https://djrioblog.files.wordpress.com/2011/11/20101010post-custom1.jpg>

[32] <http://static.panoramio.com/photos/large/48627454.jpg>

[33]<http://www.planetizen.com/files/images/Architecture%2001%20-%20D.%20Laird.jpg>

[34] <https://www.bluffton.edu/~sullivanm/ohio/cleveland/gehry/0067minuslights.jpg>

[35][http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/09\\_000141996.pdf](http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/cdn/especializacoes/09_000141996.pdf)

[36]<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/f7/bc/9a/f7bc9a4317383d9de735445a8a51ddeb.jpg>

[37] [http://filt3rs.net/sites/default/files/case/1%20P1080318\\_0.JPG](http://filt3rs.net/sites/default/files/case/1%20P1080318_0.JPG)

[38] <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/55783>

[39]<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/55783/2/TESEMESALEXANDREGUERRAV1000126988.pdf>

[40][http://www.euro-inox.org/pdf/case/facades/Facades\\_EN.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/case/facades/Facades_EN.pdf)

[41]<http://www.engenhariacivil.com/imagens/construcao-ponte-brooklyn.jpg>

[42][http://azureazure.com/files/Images/Bulletins/Homes/vitra\\_design\\_museum/Vitra-Design-Museum-01.jpg](http://azureazure.com/files/Images/Bulletins/Homes/vitra_design_museum/Vitra-Design-Museum-01.jpg)

[43]<http://ideasgn.com/wp-content/uploads/2013/05/New-Museum-of-Contemporary-Art-By-SANAA-in-New-York-United-States-004.jpg>

[44]<https://prezi.com/ofyfe0wkjte/arte-do-ferro-no-porto/>

[45]<http://www.architonic.com/ntsht/hole-lot-of-sense-smart-uses-for-perforated-facades-and-partitions/7000629>

