

MESTRADO INTEGRADO
ARQUITETURA

PRÉ-FABRICAÇÃO:
entre a redescoberta e a memória
na CONSTRUÇÃO do futuro

Vasco Campos de Almeida

M
2022



PRÉ-FABRICAÇÃO:
entre a redescoberta e a memória
na CONSTRUÇÃO do futuro
Vasco Campos de Almeida



PRÉ-FABRICAÇÃO:

**Entre a redescoberta e a memória
na CONSTRUÇÃO do futuro**

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura

Vasco Campos de Almeida

Orientação: Professora Doutora Maria da Graça Correia Ragazzi

Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto
Porto, 2022

Agradecimentos

À Professora Doutora Maria da Graça Correia Ragazzi, pela orientação dedicada, por todos os coselhos, ensinamentos e oportunidades.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmã, por toda a confiança e força e por sempre acreditarem em mim.

À Rita por toda a paciência, otimismo e apoio nas indecisões.

A todos os meus amigos que me acompanharam ao longo destes intensos anos de aprendizagem e companheirismo.

RESUMO

Esta dissertação surge de uma curiosidade e um interesse pessoal pela temática da pré-fabricação, em especial pela sua vertente mais técnica. As várias condições atuais da nossa sociedade levaram a que este interesse se elevasse e que se tenha vindo a tornar cada vez mais relevante o estudo de métodos construtivos de pré-fabricação, como forma de enfrentar as várias problemáticas, desde as alterações climáticas, ao problema da habitação.

Este trabalho surge com um propósito de rever algumas das mais importantes figuras, experiências e episódios do uso da pré-fabricação. No entanto, não se pretende que este trabalho seja apenas uma revisão histórica e literária, com um carácter analítico. Deste modo, é rematado este conhecimento adquirido num capítulo onde se pretende perceber as potencialidades de novos materiais e de que modo o conhecimento das técnicas de pré-fabricação pode contribuir para o seu re-equacionamento à luz das necessidades de hoje, designadamente de uma construção a seco como é o caso do CLT, indagando possibilidades de conceber novos sistemas constructivos e, por consequência, novas arquiteturas.

ABSTRACT

This dissertation arises from a personal interest and curiosity about prefabrication, especially for its more technical aspect. The current conditions of our society lead to a rising interest on this matter, making it ever more relevant the study of prefabricated construction methods, as a way of dealing with the several problems, from the climate change, to the housing problem.

This work comes to light under the purpose of reviewing some of the most important figures, experiences and episodes of the use of prefabrication. However, the purpose of this work is not to be merely an historic and literary review, with a only an analytical character. With this in mind, the acquired knowledge is finished off in a chapter where it is intended to understand and highlight the potential of new materials and in what way the knowledge of these techniques of prefabrication can contribute to its re-evaluation in the light of the needs of today, namely of dry construction, as is the case for CLT, inquiring possibilities of conceiving new construction systems and, therefore, new architectures.

INTRODUÇÃO

A motivação

Ao longo dos meus anos de formação na Faculdade de Arquitectura na Universidade do Porto houve um tema em particular que, nas breves vezes em que surgiu, me despertou interesse, ficando sempre com o desejo de estudar mais profundamente e compreender as suas origens, os processos e técnicas envolvidos. Apercebi-me que o tema da pré-fabricação em Arquitectura era referido de forma sempre breve e pontual, sendo muitas vezes remetido para o âmbito das cadeiras de História (História da Arquitectura Contemporânea) e Teoria. Neste âmbito eram referências rápidas e com uma abordagem maioritariamente historicista. Ficava a sensação que era apenas um tema do Pós-Guerra, derivado dos grandes avanços da Indústria, sem interesse para o futuro e, nesse contexto, o carácter tectónico e construtivo era muitas vezes negligenciado ou não suficientemente aprofundado, que é o que pretendo fazer.

Esta curiosidade pelas técnicas de pré-fabricação ficou sempre “num plano de fundo” na minha cabeça e despertou ao longo da cadeira de Projecto IV com a professora Graça Correia. Uma das várias referências que a professora nos sugeriu e, para mim, até à altura desconhecido, foi o arquiteto Gordon Bunshaft. Foi um arquiteto que explorou o uso de peças pré-fabricadas, jogando com as suas características e criando uma tectónica única.

Quando tive a oportunidade de fazer Erasmus na Technische Universität Berlin, na Alemanha, vi generalizado o uso desta técnica e sistemas de construção, quer em edifícios atualmente em construção, como em edifícios do período do Pós-Guerra, e até no próprio edifício da faculdade que frequentei.

A pré-fabricação

A pré-fabricação poderá ser descrita, simplificada, como um método construtivo que assenta no uso de peças standardizadas feitas/fabricadas em estaleiro ou oficina e que posteriormente são transportadas e montadas em obra.

Foi um tema essencial em certos momentos da história e em determinados países. Um momento de especial importância dá-se, por exemplo, na reconstrução da Alemanha no período do Pós-Guerra, país onde ainda hoje esta “tradição” construtiva se mantém, e em Inglaterra onde Gropius esteve antes de ir para os EUA, de modo que se justifica assim que estes

métodos tenham grande tradição nos países de natureza anglo saxónica, como também em países do Norte da Europa. Servia, por exemplo, como forma de amenizar os efeitos de um clima frio em obra, de modo a reduzir o tempo passado *in situ* pelos operários, em especial no Inverno, permitindo uma maior eficiência e qualidade na construção.

Também nos EUA foi um tema muito estudado e desenvolvido, iniciando-se nos anos 30, e, posteriormente, com um grande crescimento e uma maior relevância desta temática no período do pós Segunda Guerra Mundial, e até aos anos 70, com várias experiências de diferentes técnicas de pré-fabricação, em diversas tipologias de edifícios.

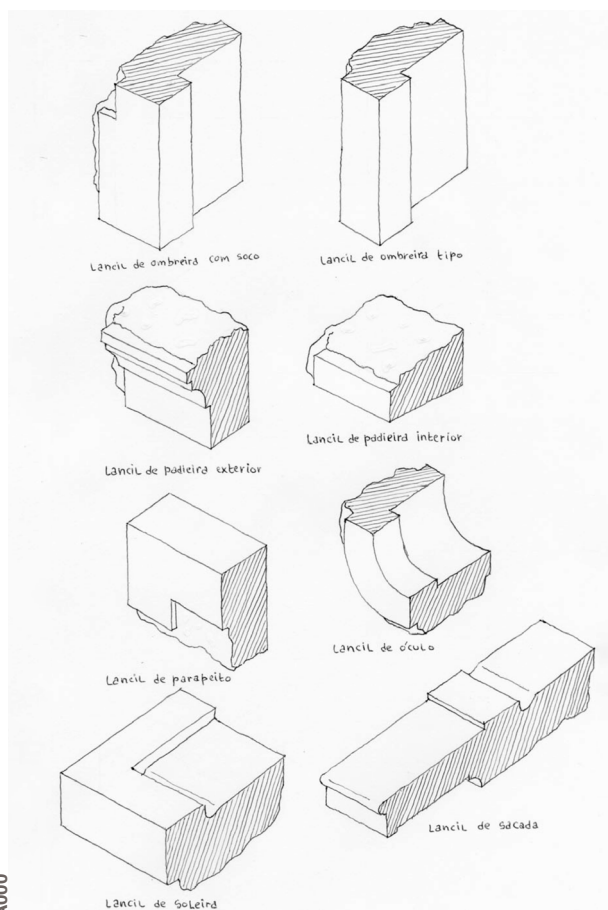
Em Portugal, e mais particularmente na FAUP, a pré-fabricação nunca foi, inexplicavelmente, um tema muito desenvolvido, nem no passado nem hoje, embora seja possível entender o uso das cantarias desse modo, nas fachadas da Casa Burguesa do Porto, no período da intervenção de João Almada. Uma intenção deste trabalho é perceber porque é que, hoje, em Portugal, pode ser relevante o uso deste método e as suas potencialidades num futuro próximo, e até na utilização de novos materiais que poderão **surgir**.

Metodologia

Este trabalho será desenvolvido com base num método teórico-prático que inclua a revisão de literatura com análise de casos de estudo e a obra de arquitetos concretos, no âmbito do Estado da Arte.

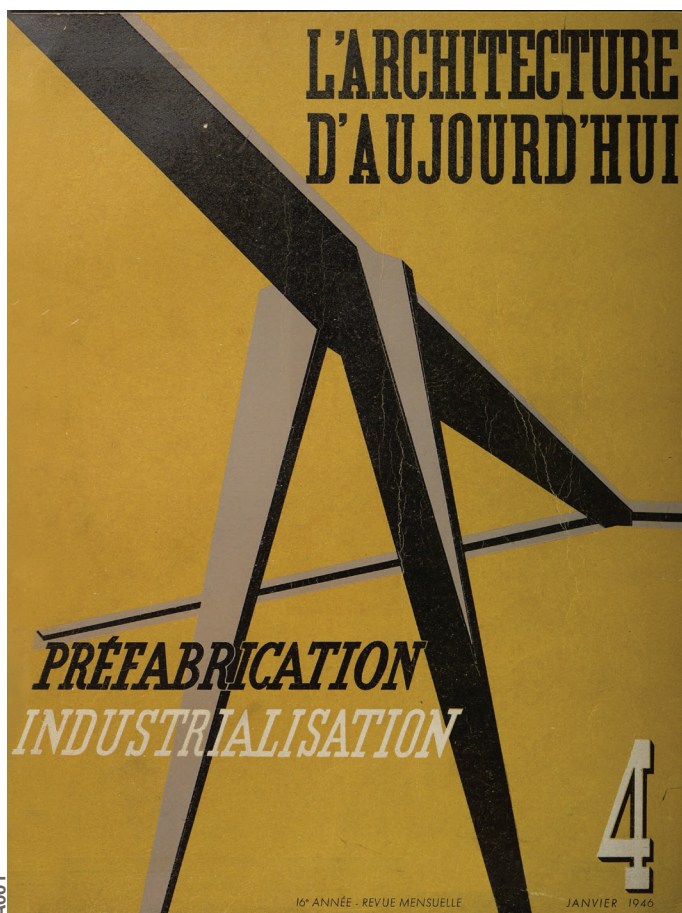
Numa primeira fase, efetuaremos uma análise e revisão de literatura com um foco no tema da pré-fabricação e a metodologia aplicada a projetos escolhidos. Das primeiras leituras e análise de autores que fizeram uso da pré-fabricação, far-se-á uma seleção de obras e autores mais significativos. Através das revistas *Arquitectura* e *Arquitectura Portuguesa* avaliaremos o panorama nacional acerca desta temática. Desta análise será feita uma seleção de três obras relevantes a serem analisadas com maior profundidade, com particular ênfase nos diferentes métodos construtivos e tectónica projectual.

Finalmente, procuraremos aplicar este conjunto de conhecimentos adquiridos a uma proposta em contexto real, no âmbito da participação num concurso, no qual um dos desafios sublinhados nos Termos de Referência é a redução da pegada ecológica da indústria da construção e a sustentabilidade do edifício, quer do seu funcionamento, quer da sua construção e dos materiais utilizados.



A000

agradecimentos	3
resumo	4
abstract	5
introdução	6
ESTADO DA ARTE	11
panorama internacional da pré-fabricação	
contexto nacional	
CASOS DE ESTUDO	49
American Can Company, Gordon Bunshaft	51
Feg Entrance Pavillion, Angelo Mangiarotti	61
Estudio en Cerro del Aire, Miguel Fisac	71
CAMINHOS PARA NOVAS ARQUITETURAS	79
Reflexão sobre o contexto atual na construção	
Análise de exemplos de contruções e projetos atuais	
Desenvolvimento Projectual de um caso de aplicação de sistema misto de pré-fabricação e construção a seco, em madeira	
conclusão	94
bibliografia	98
índice de imagens	101
ANEXO	110



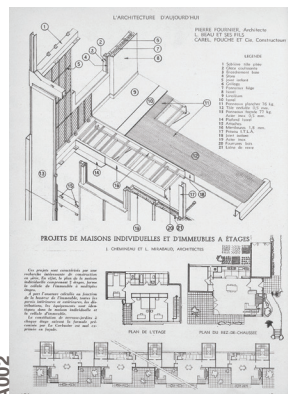
A001

A001 Capa L'Architecture D'Aujourd'hui, 1944

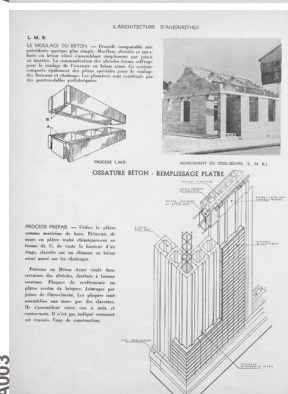
A002 Projecto de casa pré-fabricada

A003 Sistema de estrutura com peças de betão que encaixam entre si

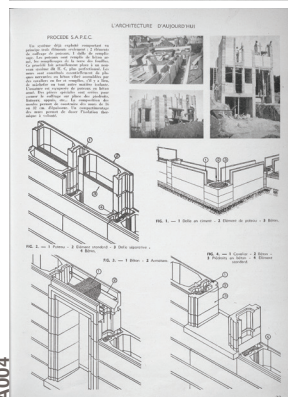
A004 Sistema de paredes pré-fabricadas para facilitar as confragens do betão



A002



A003



A004

ESTADO DA ARTE

Um ponto de partida para este tema poderia ser uma revista de arquitetura, *L'Architecture D'Aujourd'Hui*, que em 1944 dedicou um número completo ao tema da pré-fabricação. Publicada ainda num contexto de Guerra, esta edição, observando a destruição e a falta de mão de obra, viu o potencial de reacender este debate, apesar de ter sido desenvolvido há mais de 10 anos. Nesta altura tinha-se tornado num *slogan* para construir rápido e barato.

Mas o que é a pré-fabricação? A *L'Architecture D'Aujourd'Hui*, neste número 4 de 1944 é muito clara, inequívoca e direta na sua definição. “*É a produção de peças de componentes em estaleiro, de modo a que possam ser montados na obra com outros elementos por operações simples de montagem e ligação. Estes elementos têm dimensões bem definidas e precisas.*”¹ Este caráter claro, direto, informativo e, até certo ponto, bastante didático, mantém-se ao longo de toda a revista. Demonstra uma preocupação e uma intenção de educar o público em geral e, mais em particular, os arquitetos, para os desafios que um futuro próximo iria trazer. Defendem que a irremediável escassez de mão de obra qualificada, resultará em grande parte da mão de obra disponível não ser útil em estaleiro de obra. A pré-fabricação permitirá um trabalho mais facilitado em obra, “*reduzindo para uma questão de montagem, o que reduzirá a necessidade de supervisão, resolvendo o problema da falta de mão de obra qualificada, permitindo o uso de mão de obra local.*”² Para além das vantagens do ponto de vista construtivo tem outras vantagens do ponto de vista económico, “*permitirá dar uma resposta rápida aos pedidos, sem incertezas e com preços fixos aos clientes.*”³

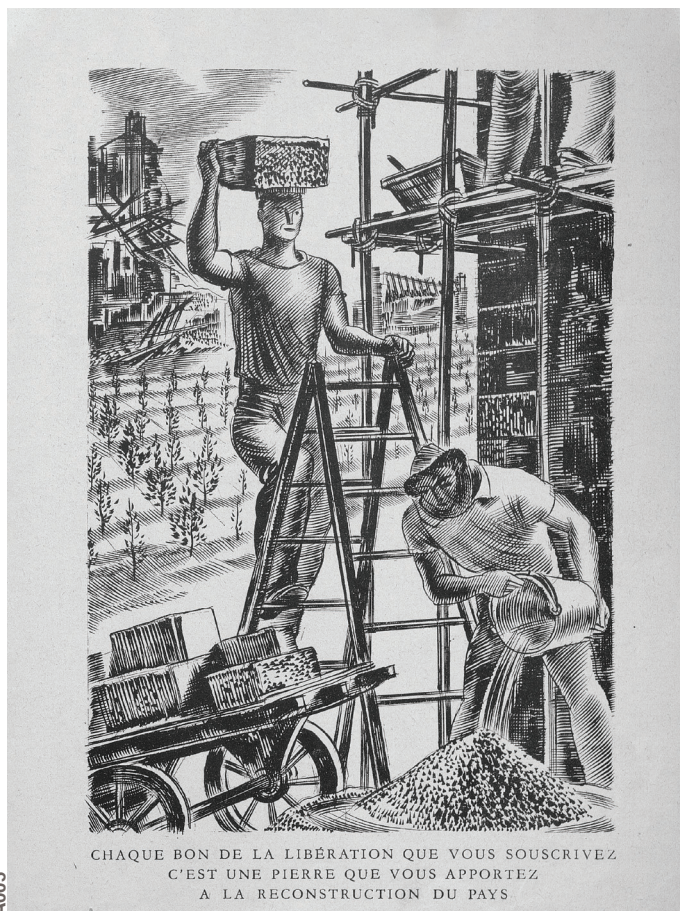
Do ponto de vista logístico, é necessário ter atenção aos custos de transporte, riscos de deterioração, sendo aconselhável, em alguns casos, montar um estaleiro perto da obra. Há uma tentativa de tranquilizar os trabalhadores reforçando que isto não irá eliminar a necessidade de profissionais da construção civil (como rebocadores, canalizadores, serralheiros, eletricitistas...) simplesmente farão o seu trabalho maioritariamente em estaleiro, com melhores condições e maior segurança. O fabrico em estaleiro permite maior controlo da qualidade dos produtos e melhores condições de trabalho e segurança para os trabalhadores. Este capítulo introdutório prossegue com o seu caráter argumentativo ao elucidar que a pré-fabricação não é algo inédito e nunca visto. Para tal, dão o exemplo de tijolos, telhas,

¹ P. Mesland, “La Préfabrication” in *L'Architecture D'Aujourd'Hui*, 1944, pág. 3

² *Id.*, pág. 3

³ *Id.*, pág. 3

A005



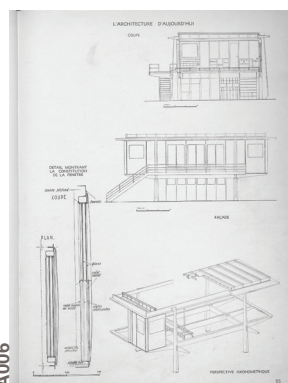
A005 Anúncio na Revista L'Architecture D'Aujourd'hui; Estado Francês a pedir empréstimos à população para financiar a reconstrução do país

A006 Corte, alçado, axonometria e pormenor de uma casa pré-fabricada de Jean Prouvé

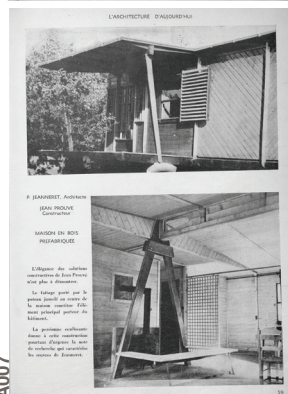
A007 Foto exterior e interior de uma casa pré-fabricada de Jean Prouvé

A008 Sistema de lajes pré-fabricadas para facilitar a montagem dos pisos

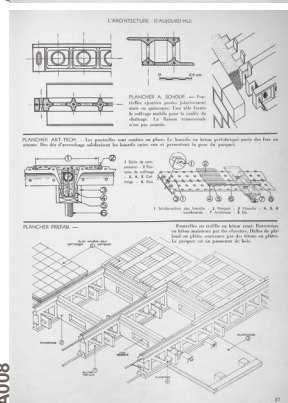
A006



A007



A008



grelhas e cantaria de pedra para mostrar elementos que fazem uso desta lógica há séculos. A capacidade de produzir em grandes quantidades resulta diretamente numa redução de custos; contudo, de modo a tornar mais eficiente todo este sistema, é necessário criar normas para as dimensões, facilitando todo o processo. Tenta ainda desmistificar a ideia de que a pré-fabricação é, exclusivamente, algo efémero ou temporário, garantindo a durabilidade da construção. Adquire uma característica versátil de poder ter um carácter funcional tanto temporário como definitivo, dependendo da escolha de materiais e das intenções em cada caso.

*“A pré-fabricação libertará o arquiteto de todas as restrições actuais da construção e permitir-lhe-á dedicar-se inteiramente à sua elevada missão, que é a de projetar com arte o habitat de acordo com o homem.”*⁴

É um capítulo inicial da revista bastante assertivo, motivador e argumentativo, seguido de alguns artigos de opinião, onde são expostas mais vantagens de utilizar o pré-fabrico. Algo transversal a todos estes artigos é o facto de defenderem que, para a industrialização da construção, é necessário ter noção do conceito de série. *“Um elemento pré-fabricado deve ser capaz, sujeito a certas regras, de uso geral e não criado para uma utilização única e específica.”*⁵

O rápido crescimento industrial e a revolução consequente nos estilos de vida e métodos de trabalho influenciaram, profundamente, a indústria da construção. A partir deste momento, as condições da indústria permitem *“produção em massa, maquinaria impecável, indeformabilidade, armazenamento, transporte, manuseamento, permutabilidade”*⁶

Defende-se o uso de módulos como forma de controlar e facilitar a composição e a construção em si. (O uso de um módulo mais pequeno implicaria mais tempo de montagem e um maior número de elementos, mas permite maior flexibilidade.)

Outro fator salientado refere-se às vantagens da construção a seco. Remetendo grande parte dos problemas da época na construção para o uso de água em obra (argamassas, cimentos, rebocos). Para além do tempo poupado em secagens, permite, também, um maior rigor em obra, apesar de apresentar ainda vários problemas, em particular o problema das juntas.

“Os vários aspectos do problema das casas pré-fabricadas, programa,

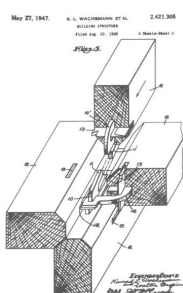
⁴ *Id.*, pág. 5

⁵ Armand Demanais, “L’Industrialisation du Batiment” in L’Architecture D’Aujourd’Hui, 1944, pág. 7

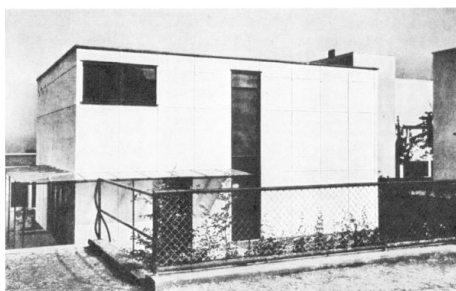
⁶ *Id.*, pág. 7



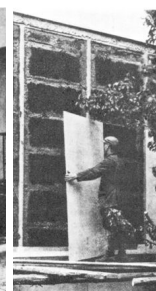
A009



A010



A011



A012

A009 Ernst May, sistema de construção de painéis de fábrica de Frankfurt

A010 Detalhe da junta do sistema de construção pré-fabricada de Wachsmann e Gropius

A011 Casa pré-fabricada de Walter Gropius para o Weissenhof Siedlung, em Estugarda, em 1927

A012 Detalhe construtivo da casa pré-fabricada de Walter Gropius para o Weissenhof Siedlung, em Estugarda, em 1927

*localização e densidade dos possíveis locais de construção, locais de produção dos materiais a utilizar, tonelagem, localização e importância das fábricas, transporte do produto, etc., devem ser examinados, portanto, numa interdependência muito estreita e formam um todo indissolúvel.”*⁷

A revista prossegue contextualizando os avanços feitos no campo de pré-fabricação em vários países em todo o mundo, salientando, entre outros exemplos dados, os de Walter Gropius e Jean Prouvé.

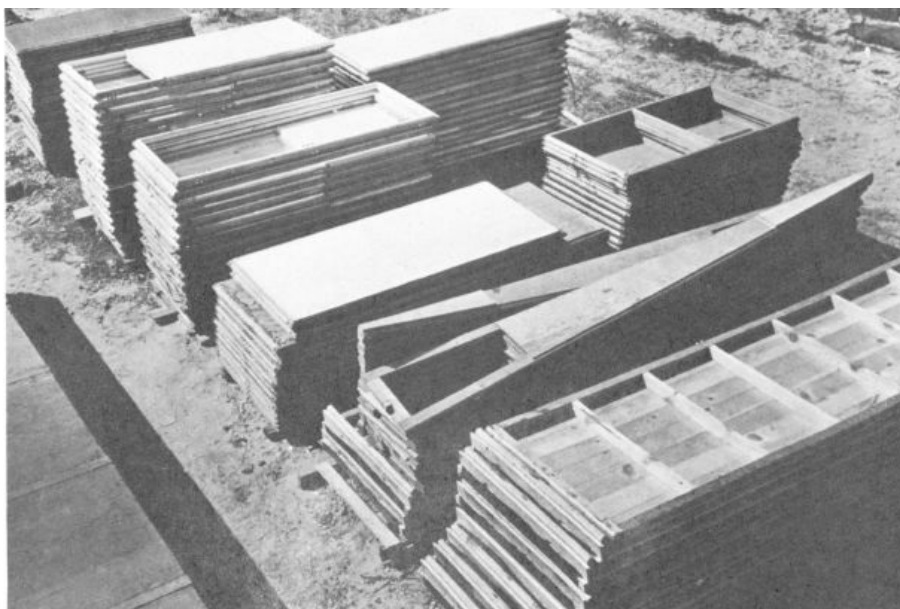
Os grandes efeitos sobre a sociedade do crescente processo de industrialização levaram a que Walter Gropius (1883-1969), no início do século XX, pensasse nas implicações e nas inovações que a industrialização da arquitetura poderia atingir. Gropius forma-se numa altura em que, após um “domínio” inglês no campo da Indústria, a Alemanha consegue, em pouco tempo, estabelecer-se como uma potência industrial e empresarial. Este mérito foi muito atribuído ao sistema pedagógico alemão. Gropius termina os seus estudos nas Hochschule de Berlim e Munique e inicia a atividade profissional no atelier de Peter Behrens que foi uma grande influência num Gropius jovem sendo que, à data, o atelier procurava uma forma de síntese entre a arte e a técnica. Mais tarde, em 1910, inicia a sua prática independente, abandonando o estúdio de Behrens, e junta-se à Deutscher Werkbund em 1911. Fundada em 1907 por um grupo de grandes industriais, arquitetos, artistas e artífices e seus representantes, tinha por objetivo melhorar o nível do design de produtos manufacturados, graças à colaboração entre estes grupos.

Walter Gropius desde cedo desenvolveu um interesse pela pré-fabricação e, em 1913, escreve no anuário da Deutscher Werkbund *“Os novos tempos exigem a sua própria expressão. Uma forma desenhada com exatidão, sem nenhum tipo de acaso, contrastes nítidos, ordem dos componentes, a organização em série das partes similares e unidade de forma e cor: estas serão as bases estéticas do arquiteto moderno que estão em correspondência com a energia e a economia da nossa vida pública.”*⁸ Sentia, naquela altura, a necessidade de aliar a arte à técnica e de tirar proveito dos avanços tecnológicos feitos.

Refere as características vantajosas, para ele muito claras, das casas pré-fabricadas e de fácil montagem. *“(…) eliminação da humidade no processo de construção, leveza das distintas partes a construir, independência das condições atmosféricas ou das estações, dado o carácter da montagem,*

⁷ *Id.*, pág. 10

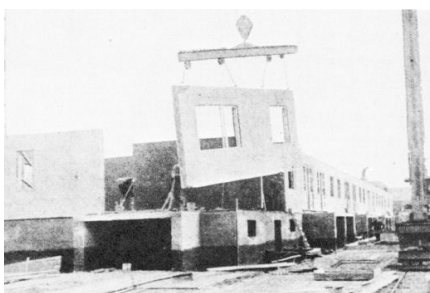
⁸ Paolo Berdini in Walter Gropius, 1986, pág. 10



A013



A014



A015

A013 Sistema Bron de construção pré-fabricada em Berlim, c. 1926

A014 Fábrica General Panel na Califórnia, zona de serraria, 1947

A015 Sistema Bron de construção pré-fabricada em Berlim, c. 1926

*redução dos custos de manutenção graças à alta qualidade dos materiais, que ao serem produzidos de modo standard apresentam também vantagens de tipo económico; a possibilidade de fixar um preço não suscetível de incremento, e rapidez na entrega.”*⁹

Há, neste período, uma releitura à luz dos acontecimentos, do novo conhecimento e de novos materiais e técnicas a estes associadas, que permite ver novas possibilidades na arquitetura que correspondam à sociedade da época. Estas alterações não surgem por caprichos de um selecto grupo de arquitetos mas, sim, da lógica inevitável das condições intelectuais, sociais e técnicas da época.

Gropius desenvolve vários protótipos de sistemas construtivos pré-fabricados, com diferentes graus de sucesso. Em alguns dos primeiros projetos, como por exemplo, em 1926/1928, para o *Siedlung Törten* projecta um sistema construtivo de pré-fabricação ligeira que assentava em painéis pré-fabricados leves e facilmente montáveis, desenhados por ele e produzidos em obra. O sistema, naturalmente, porque experimental, revelou-se, contudo, defeituoso e foi alvo de fortes críticas. Nesta mesma fase, em 1927, faz um projeto de um sistema experimental de montagem a seco, para duas casas unifamiliares. *“O sistema consistia num esqueleto de ferro e tabiques com painéis de cortiça revestidos a argamassa. Os resultados foram medíocres.”*¹⁰ O objetivo desta vivenda era proporcionar a todas as famílias alemãs o modelo de vivenda favorito da população, que, muitas vezes, não estava dentro das possibilidades económicas e financeiras das famílias.

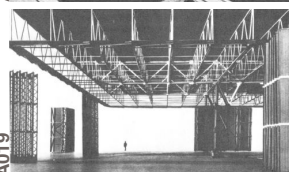
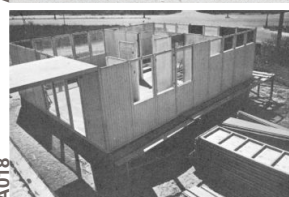
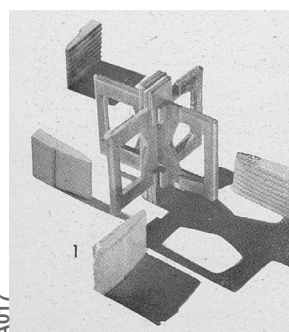
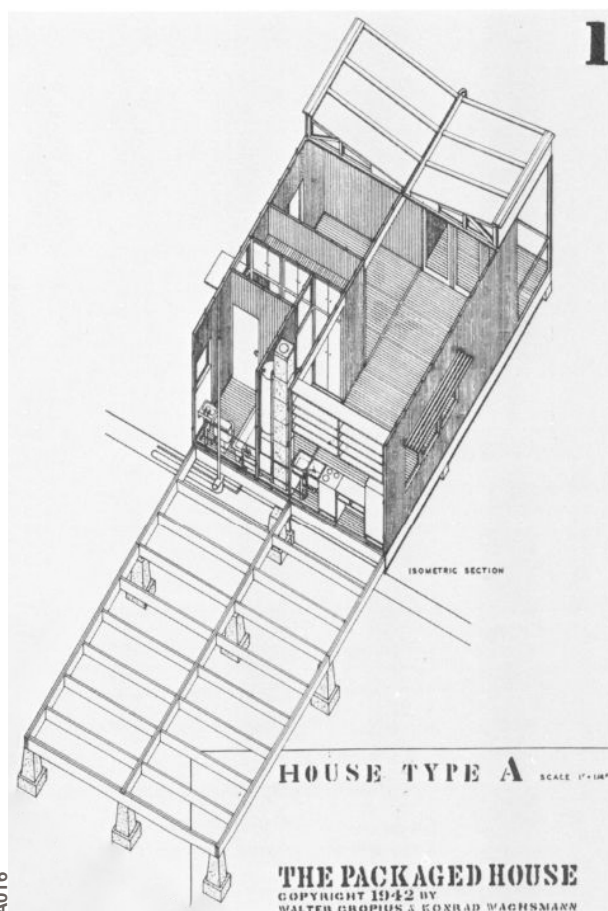
Após umas experiências atribuladas, Gropius insiste na sua convicção de que a standardização e racionalização da arquitetura poderiam ser um grande benefício e proporcionariam um “salto” na qualidade de vida da população em geral. Em 1943/1944, juntamente com Konrad Wachsmann,¹¹ num projeto feito para a *General Panel Corporation*,¹² desenvolvem a *“Packaged House System”*, um sistema construtivo que *“Consiste em elementos pré-fabricados que se apoiam num único módulo intercambiável. Um sistema complexo de junções permite uma notável variedade de combinações, adequadas a múltiplas exigências. A extrema versatilidade do painel, junto com a leveza*

⁹ *Id.*, pág. 102

¹⁰ *Id.*, pág. 81

¹¹ Formado inicialmente como carpinteiro, formou-se mais tarde em arquitetura e colaborou com Walter Gropius o que resultou na formação da General Panel Corporation que produzia componentes de construção pré-fabricados.

¹² Empresa Americana de peças, painéis, e casas pré-fabricadas de madeira



A016 *Packaged House*, casa standard de Wachsmann e Gropius

A017 Pormenor da ligação em cunha da *Packaged House*

A018 Casa teste da *General Panel*, em Queens, Nova Iorque, 1946, de Wachsmann e Gropius

A019 *Mobilair hangar system* de Wachsmann, 1939-45

A020 Sistema Bron de construção pré-fabricada em Berlim, c. 1926

e o seu recheio fazem com que o transporte seja económico e a montagem simples”¹³ Este sistema permitia não só uma grande versatilidade formal e espacial, como também possibilitava às famílias expandir a sua habitação através da sua modulação. Foi concebido de forma a permitir ao arquiteto ter a maior liberdade formal possível, mantendo uma aparência esteticamente agradável.¹⁴

Do ponto de vista económico, o desejo mais básico de qualquer economia é conseguir cumprir todas as necessidades da comunidade com o mínimo custo e esforço por parte das organizações promotoras. Isto leva, progressivamente, à racionalização, mecanização e divisão do trabalho especializado. Gropius vê a standardização como um dos requisitos imediatos ao desenvolvimento da civilização. Defende que é algo que existiu em todas as eras históricas e servia como critério de uma sociedade educada e ordenada. Acreditava, também, que a unificação dos componentes arquitectónicos iria dar um carácter homogéneo às nossas cidades, assim como a limitação a certas tipologias e standards iria aumentar a sua qualidade. Reduziria, segundo ele, o custo, aumentando, logicamente, o nível social da população como um todo.

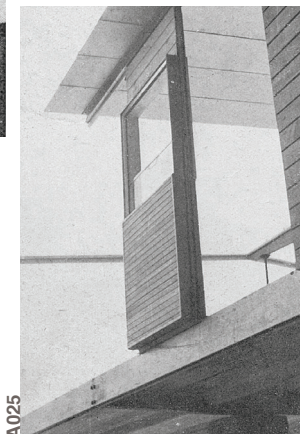
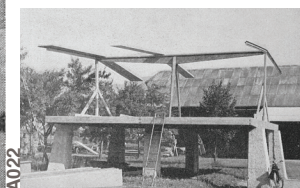
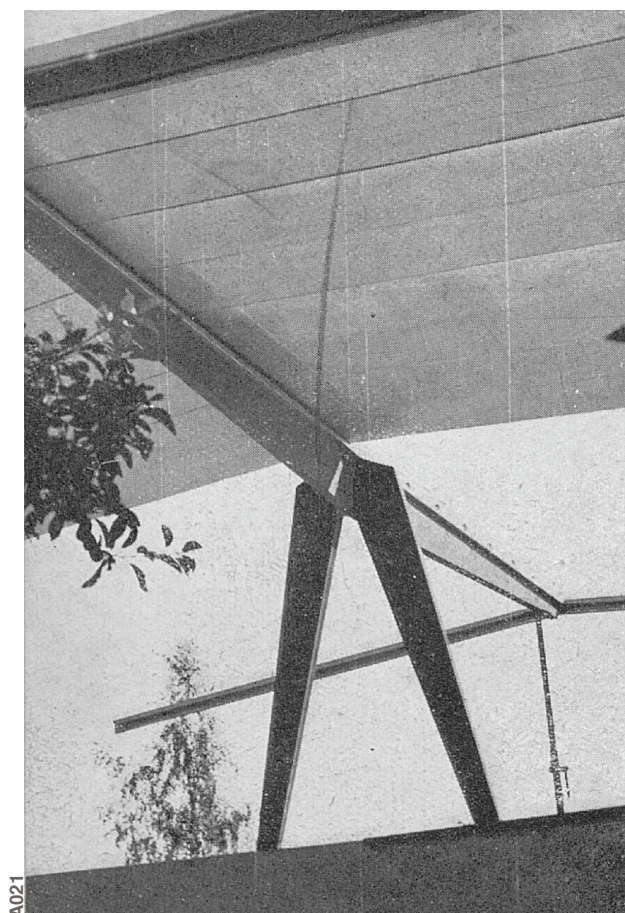
Vive numa época de transição em que a construção, que até então era uma atividade essencialmente manual, está num processo de mecanização e industrialização organizada. Há um crescimento do trabalho realizado em fábricas e crê que, dados os avanços tecnológicos, poderão ser racionalizados e produzidos edifícios em fábrica. Seriam assemblados a seco, evitando a dependência das condições atmosféricas. Contudo defende que para isto ser possível é necessária a criação de normas, sem que nunca a repetição e standardização restrinjam a liberdade de desenho do arquiteto. *“Existirá sempre, tal como na roupa que vestimos, suficiente espaço para que o indivíduo descubra expressão para a sua própria personalidade (...) o resultado será uma feliz combinação arquitetónica de máxima estandardização e máxima variedade.”*¹⁵

A questão da construção a seco oferece melhores perspectivas, isto porque a humidade, de uma forma ou outra, é o principal obstáculo de economia (como são exemplo as juntas em argamassa). É também a causa direta da maioria das debilidades dos antigos métodos construtivos. Leva a juntas mal feitas, deformações e manchas, bem como a peças e partes imprevistas

¹³ Paolo Berdini in Walter Gropius, 1986, pág. 189

¹⁴ SA in L'Architecture D'Aujourd'Hu, 1944, pág. 82

¹⁵ Walter Gropius in The New Architecture and The Bauhaus, 1965, pág 40



A021 Peça da estrutura de uma casa para montagem rápida, do arquitecto Marcel Lods e construída por Jean Prouvé

A022, A023, A024 e A025 Fotos de construção da casa para montagem rápida, do arquitecto Marcel Lods e construída por Jean Prouvé

e não pensadas e a uma grande perda de tempo e dinheiro pelos atrasos na sua secagem. Eliminando este factor e garantindo o perfeito encaixe de todos os componentes, a casa pré-fabricada permite, assim, garantir um preço fixo e um período definido de construção.

Um outro foco de atenção foi dado a Jean Prouvé (1901 - 1984). Era um industrial e foi proprietário de uma serralharia, numa altura em que o aparecimento do betão dominava a arquitetura, impulsionado pelos interesses económicos, que promoviam usos de materiais pouco económicos e pouco ecológicos e pervertidos em termos de hierarquia e lógica estrutural. Prouvé tinha uma visão muito pragmática da construção. Defendia que os elementos de betão deveriam apenas ser usados na sua função essencial, de estrutura. Todos os restantes materiais deveriam ser mais leves e “cobrir” esta estrutura.

“As casas pré-fabricadas construídas por Jean Prouvé não são modelos cristalizados de uma única forma.”¹⁶

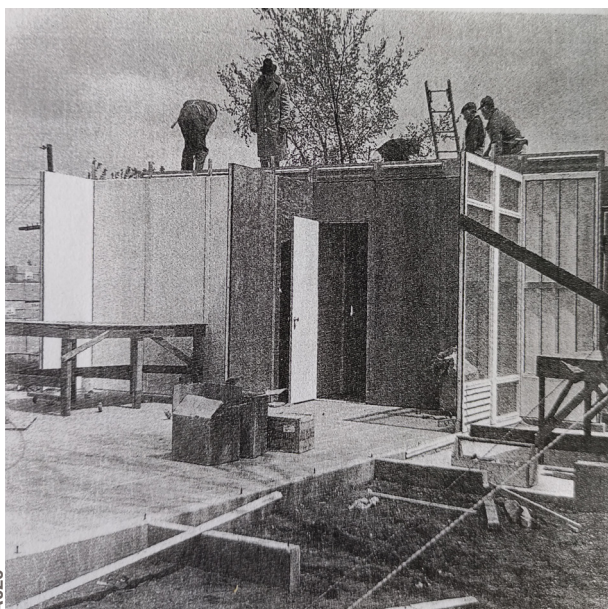
É-lhe dado algum destaque pelo facto de ser dos primeiros a introduzir chapa dobrada na arquitetura pré-fabricada, algo a que estava familiarizado. Prouvé, ao ter um grande conhecimento dos processos técnicos e sendo dotado de uma grande sensibilidade, conseguiu atingir uma elegância e harmonia no seu trabalho, que usufruía da simplicidade e de uma lógica construtiva (como, por exemplo, alargar as partes das peças que estão expostas a maiores esforços, seguindo uma lógica estrutural) que ele também aplicava nas suas peças de mobiliário.

Mais ligado a processos de fundição e ao uso de metais, via algumas semelhanças nos procedimentos de fabrico do betão e dos da fundição. Acreditava que a arquitetura poderia ser feita a partir de componentes, que teriam de se ligar e hierarquizar em harmonia. Ao terem esta coerência, a obra ganhava vida e não caía na monotonia “temida” da industrialização. Defende a importância da indústria na arquitetura argumentando que deve ser usada nas suas máximas capacidades em prol de uma arquitetura mais eficiente e mais acessível, com boa e rigorosa construção. *“A indústria deve permitir renovação e, assim, a evolução arquitectónica.”¹⁷*

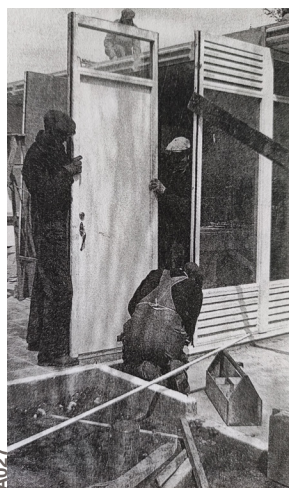
O exemplo dado é constituído por uma moldura de metal, que funciona como um portal que apoia a cumieira. Este portal é suportado por uns pilares em “V” que asseguram a estabilidade do sistema e permite criar umas vigas

¹⁶ SA in L'Architecture D'Aujourd'Hu, 1944, pág. 86

¹⁷Jean Prouvé in Conversas com Jean Prouvé, 2005



A026



A027

A026 Construção da casa Ready-Built dos irmãos Keck

A027 Construção da casa Ready-Built dos irmãos Keck

perpendiculares ao portal que sustentam a cobertura. As paredes são todas constituídas por painéis de madeira e o telhado é também feito com chapas de metal dobrado.

Em paralelo, nos Estados Unidos da América, George Fred (1895-1980) e William Keck (1908 – 1995), foram dois irmãos arquitetos que desenvolveram grande parte da sua atividade profissional em Chicago, cidade que, no Pós Primeira Guerra Mundial, era uma *“área comercial e residencial vibrante”*¹⁸

No trabalho do seu escritório *“incorporava experimentação técnica que forçava novas soluções construtivas e melhorava as formas de viver. (...) Acreditava que as inovações tinham que ser «livable»,”*¹⁹ iam-se destacando pelo seu interesse na pré-fabricação e no Movimento Moderno Europeu.

Após terminar a sua formação, Keck ganhou interesse em publicações e revistas que lhe proporcionaram uma grande exposição à arquitetura contemporânea e moderna e os exemplos e avanços na construção que iam sendo feitos. Nos seus primeiros anos de prática teve uma grande dificuldade em convencer clientes a construírem de acordo com o Moderno Europeu. Keck ficou mais familiarizado com a Werkbund e alguns dos nomes da vanguarda Europeia após uma visita a Chicago da designer Marianne Willisch numa exposição de design austríaco. Este facto, aliado à emigração de Laszlo Moholy-Nagy para Chicago melhorou a sua relação com a *Werkbund* e com a Bauhaus, tendo até inspirado os métodos de ensino e as práticas didáticas de escolas em Chicago, de maneira a formar profissionais com uma relação próxima com a indústria. Keck chegou a chefiar o departamento de arquitetura da então *New Bauhaus School*, o agora *IIT Institute of Design*. A chegada de Mies a Chicago e o “renascimento” da *Chicago Frame*²⁰ criou um interesse por este sistema modular a nível estrutural.

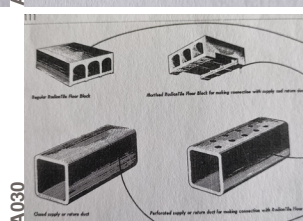
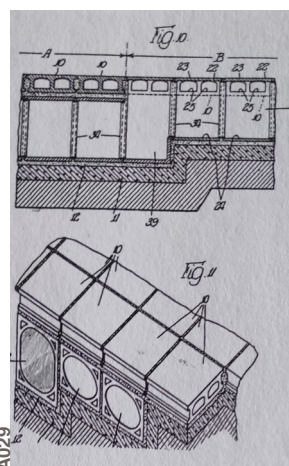
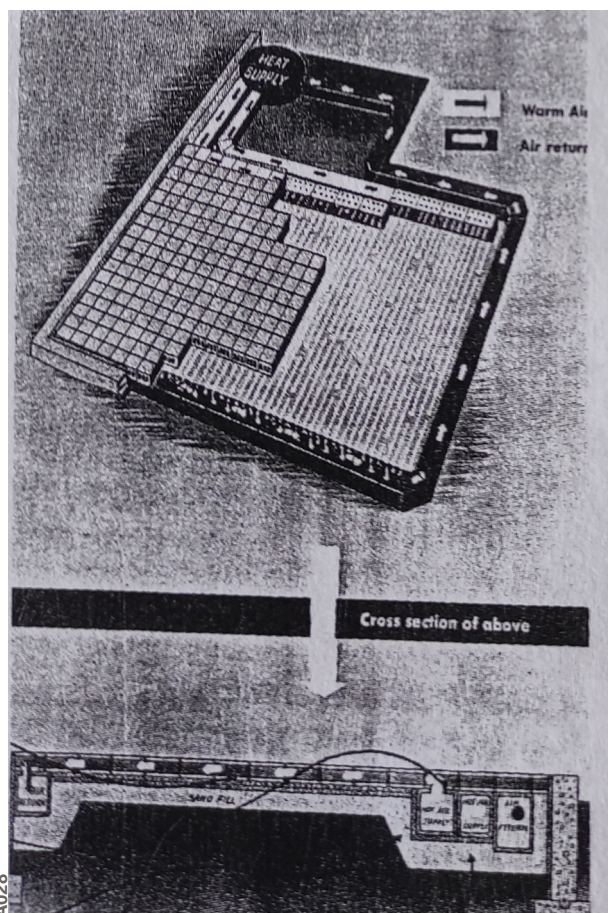
*“Ao contrário das exposições da coesa Werkbund alemã, cuja arquitetura servia como modelo para melhorar a condição social, na america em «A Century of Progress» era uma expressão do fascínio da América pela tecnologia.”*²¹

¹⁸ Robert Piper Boyce in Keck & Keck, 1993, pág. 18

¹⁹ *Id.*, pág. 7

²⁰ Método de construção desenvolvido e aprimorado na cidade de Chicago em que se erguia uma estrutura, normalmente metálica, com elementos com medidas standard, que sustentava todo o edifício e que era posteriormente revestida por um outro material, quer fosse vidro ou tijolo. Definição retirada de Architectural Review < <https://www.architectural-review.com/today/chicago-meatspace> > acedido a 9/9/2022

²¹ Robert Piper Boyce in Keck & Keck, 1993, pág. 32



A028 Plano de assentamento das RadianTile, na casa Ready-Built

A029 Desenhos da patente da RadianTile cerâmica

A030 Desenhos da patente da RadianTile cerâmica

Contudo, com o Pós Primeira Guerra Mundial, alteraram-se as prioridades da nação americana no campo da construção e, ao longo dos anos 30, foi feita muita construção de habitação experimental. Neste contexto, a pré-fabricação, tema muito associado à recuperação económica, ganhava um destaque crescente, isto porque, *“efectivamente reduzia os custos de produção e baixava os preços de compra da casa.”*²² Novos materiais, produtos e maquinaria, financiados pelo estado, foram adaptados para a habitação pós-guerra. Neste sentido, a *“Modular Service Association”*²³ lançou um programa para criar dimensões standard para materiais de construção.

Foi também nos anos 30 que se deu a Grande Depressão; os efeitos mais fortes e devastadores sentiram-se, também, no setor da habitação, o que levou os arquitetos a terem um maior interesse, pela elevada procura, em casas unifamiliares isoladas, *low cost*, standardizadas e pré-fabricadas. Foi neste contexto que mais inovações se fizeram e em que os Keck se destacaram.

Projetos como a *“House of Tomorrow”* e a *“Crystal House”* são dois exemplos onde o arquiteto explora o uso da pré-fabricação. Tiravam partido da tecnologia e engenharia modernas, tinha não só uma preocupação com o custo como, também, já demonstrava alguma preocupação com a eficiência energética. As casas *“foram concebidas para resolver problemas de construção contemporâneos, explorar o conceito de pré-fabricação, e permitir uma grande flexibilidade na organização espacial e nas condições de vida familiares.”*²⁴ A atenção, não só aos custos de construção como, também, aos custos energéticos, leva à criação de várias inovações como a instalação de folhas de água na cobertura para arrefecer a habitação, criação do *RadianTile*²⁵ e uma especial atenção à orientação solar da casa.

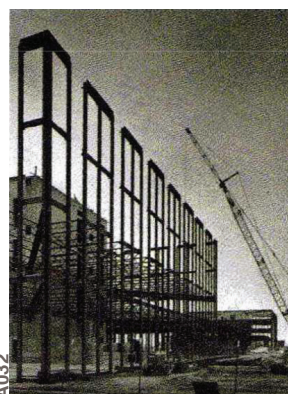
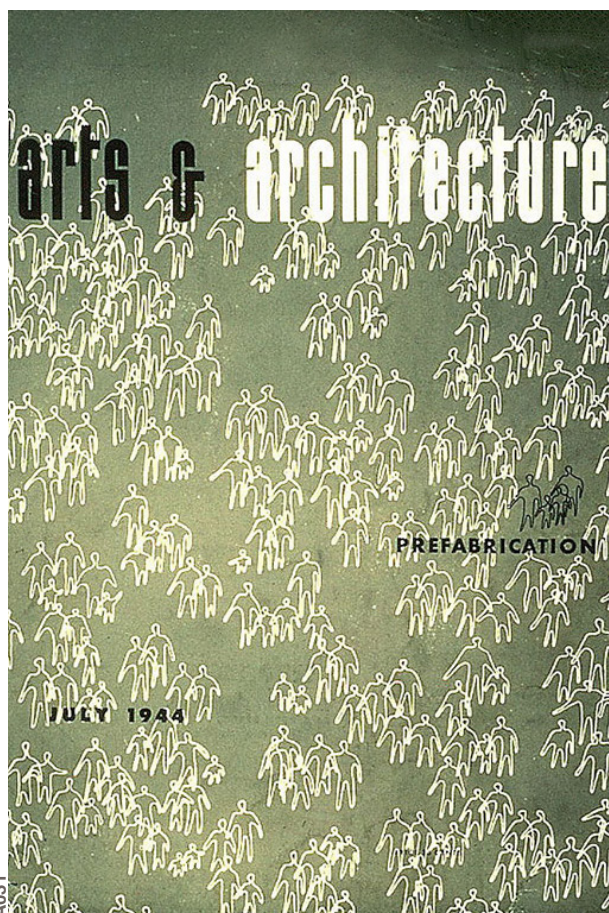
“Keck desenhou e desenvolveu, durante a Segunda Guerra Mundial, um conceito retirado dos anos 30, a casa pré-fabricada. A casa unidade era standardizada e “gridded” para que um comprador, começando com uma

²² *Id.*, pág. 83

²³ Após a Primeira Guerra Mundial houve, nos EUA, um desejo de standardizar produtos para simplificar o fabrico e reduzir os custos, criou-se a *Modular Service Association*, para regular e coordenar este processo

²⁴ Robert Piper Boyce in Keck & Keck, 1993, pág. 53

²⁵ *RadianTile* foi um sistema desenvolvido pelos irmãos Keck para ser aplicado como peças pré-fabricadas. Consistia em blocos de tijolo que faziam o pavimento das habitações; estes blocos eram ocos e formavam canais de ar por baixo da casa que aqueciam, por meio do sol ou de uma fornalha e “acumulava” o calor nos vazios dentro do tijolo, mantendo a temperatura em casa e poupando uma quantidade considerável de energia.



A031 Capa da Revista *Arts and Architecture* de Julho de 1944, dedicada à pré-fabricação

A032 Foto da construção do Aeroporto de Irvine, 1968-71, de Craig Ellwood em colaboração com James Tyler

*planta base dentro de várias opções, pudesse facilmente expandir a casa a partir de peças em stock.”*²⁶

Nestas circunstâncias, um novo material surge no mercado: o contraplacado; cujas características permitiam uma rápida construção de habitação. Neste contexto, após a Segunda Guerra Mundial, Keck associou-se a industriais locais e, juntos, dedicaram-se a fazer casas pré-fabricadas de fácil montagem e desmontagem. As *“Ready-Built Houses”* começaram a ser produzidas em massa em 1947.

Mais tarde, em 1959, projetou uma casa relacionada com projetos standardizados, *“onde a estrutura era feita com perfis “calha” de aço que servia também de acabamento. Esta ideia de uma casca de aço pré-fabricada foi desenvolvida principalmente por razões de economia de material e rapidez de montagem, reduzindo assim os custos de mão de obra. Apenas foram necessários três dias para erguer a casa. Antes de colocar os acabamentos interiores, as paredes exteriores foram revestidas com isolamento.”*²⁷

*“Keck desenhava casas cuja essência era baseada na premissa de que a modernidade era possível através da aplicação estudada de tecnologia progressiva.”*²⁸

Craig Ellwood (1922 - 1992) é uma figura que surge na arquitetura no Pós Segunda Guerra Mundial, altura em que a Arquitetura Moderna ganha uma nova dimensão nos Estados Unidos da América. O modernismo americano era caracterizado por ser *“a estilização formalista da agenda idealística da Avant-Garde da Europa pré-Guerra.”*²⁹ Há, nesta época, um grande desenvolvimento tecnológico expectável, decorrente de um período de guerra e há, em particular nos EUA, um fascínio pela máquina, um sentimento geral de confiança e fé na máquina e no progresso tecnológico. Nesta fase, nasce o ideal de “Sonho Americano” e é precisamente nesta época que surge Craig Ellwood. Após ter sido desmobilizado do exército em 1945, muda-se para Los Angeles na esperança de ser ator e é aqui que acaba por desenvolver a sua atividade de arquiteto. Dada a falta de investimento no setor da habitação, decorrente do período de guerra, havia uma necessidade de construir, principalmente casas nos subúrbios, que se tornariam o ícone desta “Nova América”. Pretendia-se não só vender casas como, também, um estilo de vida. Inicialmente, tinha o sonho de ser ator e começou a sua atividade como

²⁶ Robert Piper Boyce in Keck & Keck, 1993, pág. 150

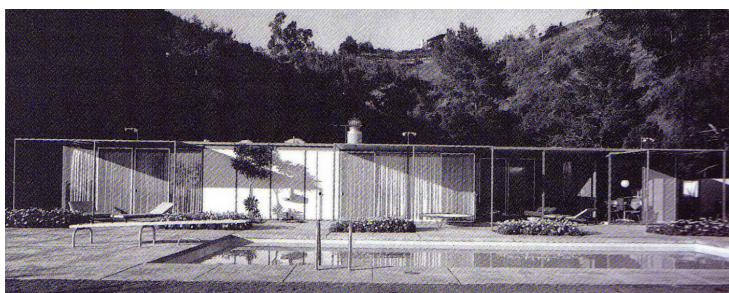
²⁷ *Id.*, pág. 123

²⁸ *Id.*, pág. 150

²⁹ Alfonso Pérez-Méndez, “In the Spirit of the Time”, 2G N°12 Craig Ellwood, 1999, pág. 5



A033



A034

A033 Foto da construção da casa em South Bay Bank, de Craig Ellwood

A034 Case Study House # 18, em Los Angeles, de Craig Ellwood, 1955-1958

colaborador numa empresa de construção, onde a sua principal tarefa era fazer orçamentos. Esta atividade deu-lhe uma perspetiva muito económica da arquitetura, algo que se refletiu na sua prática profissional. Calculava e garantia um custo de projeto ao cliente. *“O módulo como forma de controlo e a possibilidade intrínseca de considerar alternativas dentro do módulo. (...) O seu desejo ideológico era transmitir uma mensagem através do uso expressivo da construção”*³⁰ e, rapidamente, criou o objetivo de que o produto final fosse o reflexo do processo construtivo. Nesta altura, surgiu o programa das *Case Study Houses*³¹ onde Ellwood participou *“O objetivo era criar protótipos para habitações industrializadas.”*³²

Na obra de Ellwood *“A constante procura por leveza estava assente na lógica de engenharia de que produtos mais leves quase sempre reduzem os custos de energia.”*³³ O interesse na pré-fabricação era outra influência do seu contexto. A pré-fabricação era um tema da era, tendo a revista *“Arts and Architecture”* dedicado um número, em julho, de 1944, exclusivamente a esta temática.

*“Ellwood defendia um sistema especificamente projectado para a pré-fabricação.”*³⁴ Imaginava que um projeto que fosse capaz de ter várias peças substancialmente repetidas permitiria aos fabricantes industriais fabricar peças e perfis específicos e personalizados. Ellwood considerava que um dos problemas das casas existentes era não reflectirem o sistema construtivo utilizado, mesmo tendo sido feitas com métodos novos, tentavam aproximar-se de uma estética ligada à construção tradicional/convencional; para ele *“a essência de um edifício pré-fabricado era a ideia de assemblagem.”*³⁵ Uma ideia interpretada formalmente ao manter a qualidade de “pré-fabrico” dos componentes na imagem final do edifício.

“Cada vez mais, o aumento do custo da mão de obra está a forçar a construção a ir para a fábrica. Eventualmente a «Balloon Frame» irá tender para o desaparecimento e dentro de possivelmente dez ou quinze anos, as casas serão construídas a partir de componentes pré-cortados e pré-fabricados, produzidos para uma assemblagem rápida (...) Iremos ter que

³⁰ *Id.*, pág.10

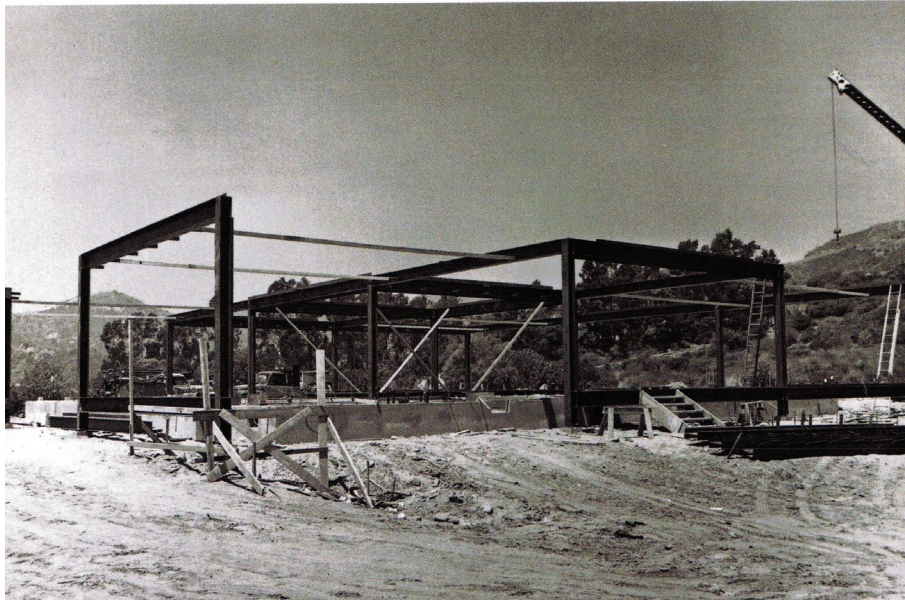
³¹ Case Study Houses, programa que se concentrou na área de Los Angeles e que convidou vários arquitetos modernos conceituados para desenhar casas modernas que pudessem ser construídas de formas fácil e barata durante o *boom* da construção do Pós Segunda Guerra Mundial

³² Alfonso Pérez-Méndez, “In the Spirit of the Time”, 2G Nº12 Craig Ellwood, 1999, pág. 12

³³ *Id.*, pág. 13

³⁴ *Id.*, pág. 16

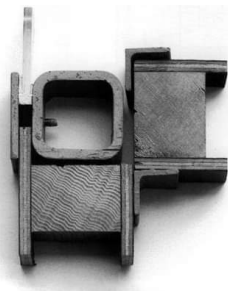
³⁵ *Id.*, pág. 16



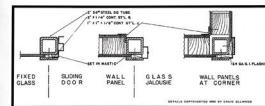
A035



A036



A037



A038

With this system, detailing has been minimized. One connection applies to all exterior wall conditions: panels, glass, and sliding door units connect to structural tubes in the same manner.

A035 Construção da Casa Rosen, onde se vê a forte modulação em nove quadrados, de Craig Ellwood

A036 Case Study House # 18, de Craig Ellwood

A037 Maquete do pormenor da simplificação das juntas na Case Study House # 18, de Craig Ellwood

A038 Pormenor da simplificação das juntas na Case Study House # 18, de Craig Ellwood

*desenvolver formas estruturais que se adaptem a estas novas técnicas e materiais e encontrar a chave para novas formas e para uma arquitetura contínua.”*³⁶

A CSH #18 (1955-1958)³⁷, uma proposta de pré-fabrico, talvez seja uma das suas obras que melhor ilustra o uso da pré-fabricação e a honestidade na expressão cultural. A invenção de algo novo, de uma nova arquitetura, não era, para ele, prioridade, o que leva a questionar o existente e a tentar perceber melhor as soluções atuais. Ellwood argumentava que, das casas pré-fabricadas projectadas e construídas, das que realmente foram produzidas para o mercado, nenhuma conseguia transmitir o desenho do sistema utilizado. Dizia, inclusivamente, que os construtores queriam uma aparência que indicasse que métodos convencionais tinham sido usados. Ellwood acreditava firmemente que a essência de um edifício pré-fabricado teria que ficar patente na sua imagem.

Um outro arquiteto americano que se destacou foi Gordon Bunshaft, (1909 - 1990), que juntamente com a parcela nova iorquina dos SOM³⁸ começar a projectar edifícios com elementos estruturais pré-fabricados e industrializados de betão. Foi um arquiteto bastante importante nos SOM, uma firma de arquitetura que acabou por se estabelecer no mercado norte-americano.

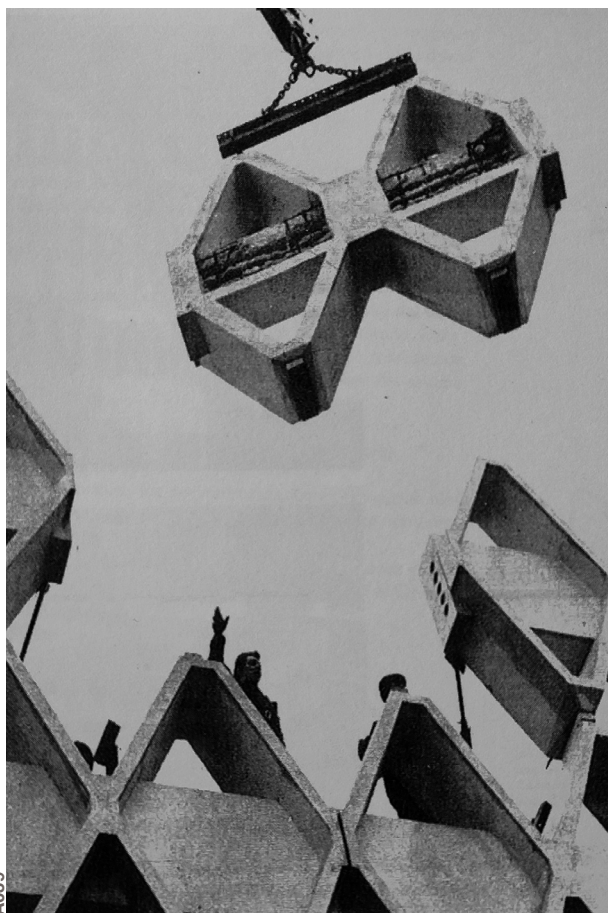
O já referido período Pós-Guerra, onde o debate e a prática arquitetónica circulavam muito na ideia de arquitetura pré-fabricada, atinge uma nova proporção no final dos anos 50 com o desenvolvimento de novas tecnologias, nomeadamente (e com algum destaque) as novas técnicas de pré-esforço. Inicialmente desenvolvidas para indústrias de viação e de infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, rapidamente foram também adotadas no campo da arquitetura, onde os profissionais desta área depressa exploraram as potencialidades deste material.

Pode até afirmar-se que um dos primeiros avanços nas obras de pré-fabricados de arquitetura tenha sido feito por Louis Kahn nos Laboratórios Richards. Em paralelo, na Europa e na então URSS, o uso deste tipo de sistemas e matérias estava também já bastante avançado. Estava-se num ponto em que a precisão que a industrialização oferecia permitia que o

³⁶ *Id.*, pág. 18

³⁷ Casa número 18 do programa *Case Study Houses*, desenvolvida por Craig Ellwood e localizada em Beverly Hills na Califórnia

³⁸ Sidmore, Owings & Merrill (SOM) é uma firma de arquitetura fundada em 1936 em Chicago, tendo posteriormente aberto um segundo escritório em Nova Iorque em 1937, onde Bunshaft trabalhou



A039



A040



A041

A039 Colocação de peça pré-fabricada em duplo diamante num Car Park em Reading

A040 Pormenor da peça metálica de ligação entre o pilar e o volume do edifício na Beinecke Library

A041 Pormenor da junta entre a peça metálica e a de pedra de um pilar na AEG Turbinefabrik, em Berlim de Peter Behrens

desenho das peças assumisse mais funções do que apenas a de suportar cargas estruturais.³⁹

Em todo o caso, um dos principais e maiores problemas da arquitetura com elementos pré-fabricados foi sempre a questão da junção das diferentes peças, quer do ponto de vista construtivo, quer do ponto de vista do desenho.

*“Como unir os elementos pré-fabricados de forma eficiente é um problema difícil para o engenheiro. Como uni-los de maneira a que haja sentido espacial e visual é um problema difícil para o arquiteto”*⁴⁰

A SOM foi a primeira a introduzir unidades pré-fabricadas nos seus projetos. Numa altura em que os clientes queriam uma imagem vanguardista, o betão pré-fabricado era visto como um material inovador e associado às vanguardas e ao progresso. O betão tem ainda a vantagem, nesta altura, de contribuir para a redução de custo, deterioração, tempo de montagem e facilitar a integração de instalações, para além do pré-esforço permitir resistências mecânicas mais elevadas.⁴¹ Na grande maioria das obras desta natureza, os elementos que suportam a função estrutural do edifício são, normalmente, os de betão pré-fabricado. *“Daqui resulta uma clareza estrutural e da relação entre a obra e o sistema adotado, evidenciando a importância da estrutura na conceção formal da arquitetura”*⁴²

Esta ideia permanece em vários pontos da obra. Em alguns dos seus edifícios colocaram-se capitéis, ou ligações em aço sobre os pilares do piso térreo. Para além de ser uma solução superior do ponto de vista construtivo, pois une de forma mais eficaz os pilares e as vigas ao estar soldado às armaduras de cada um dos elementos, cria uma maior resistência contra esforços laterais no edifício, como também serve de absorção dos movimentos térmicos dos elementos. É ainda um detalhe de desenho que permite criar uma autonomia visual entre os pilares e as vigas e entre a plataforma sobre o piso térreo e o volume do corpo do edifício. Esta peça assume-se sobre a forma de duas pirâmides, que se unem pelos seus vértices. É uma forma de tentar resolver o maior número de problemas ou variantes, mediante a adoção de uma mesma solução ou elemento. Isto ilustra um dos princípios básicos da arquitetura de Bunshaft.⁴³

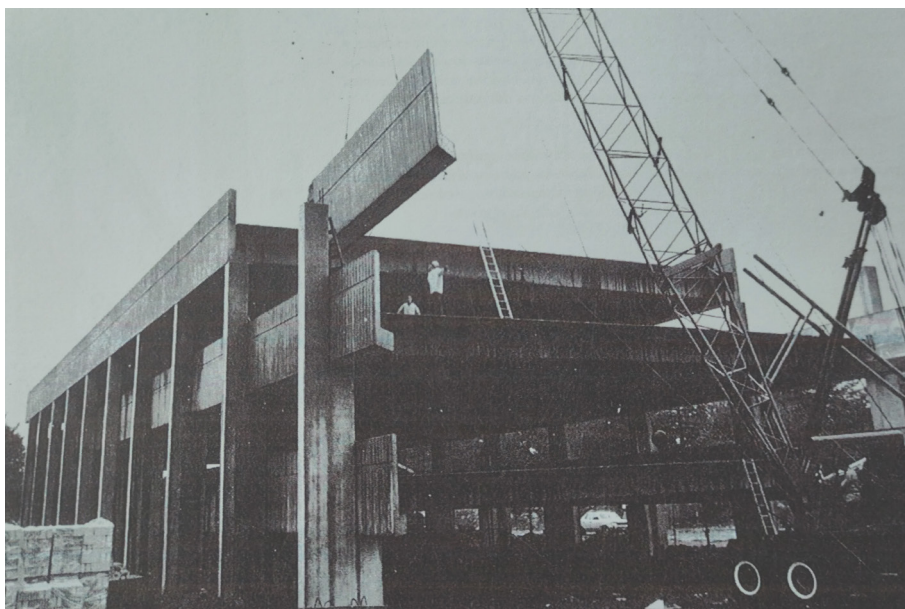
³⁹ H. Nicolás Sica Palermo, Forma y tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, 2012, pág. 141

⁴⁰ *Id.*, pág. 191

⁴¹ *Id.*, pág. 191

⁴² *Id.*, pág. 191

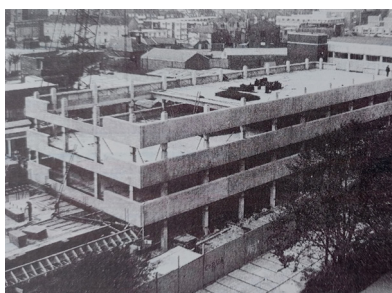
⁴³ *Id.*, pág. 225



A042



A043



A044

A042 Foto de obra da colocação de uma peça na Riverside Park Office

A043 Foto de obra da City Wall House feita com peças pré-fabricadas de betão

A044 Foto de obra do Edifício de Geografia do Politécnico de Portsmouth, Hampshire, feito com peças pré-fabricadas

Em todos os casos, a função das peças metálicas é a mesma: mostrar a transição entre diferentes níveis de estrutura verticais; aliviar o peso da estrutura deixando-a, assim, mais elegante; ajudar a reforçar os topos das colunas contra esforços de compressão e endurecer os nós entre elementos estruturais contra tensões horizontais.

Para conseguir toda esta coordenação, rigor e coerência, o arquiteto reconhecia a importância, desde cedo, da integração e da discussão com o engenheiro. *“O trabalho do engenheiro foi importante para que existisse, nos edifícios, uma adequada montagem dos diferentes elementos construtivos e uma perfeita concordância entre a estrutura formal concebida e o processo de construção adotado.”*⁴⁴

Do ponto de vista construtivo, ao prescindir de elementos acessórios como tectos falsos, isolantes ou chapas de revestimento interior torna todo este sistema ainda mais económico. Para além disto, ao evitar os tectos falsos, deixando a solução da laje aparente (muitas vezes feita por perfis/vigas em perfil “T” ou “π”), ganhava, do ponto de vista espacial, ao ter um pé direito visível bastante mais elevado (até à alma do perfil) e permitia uma facilidade, flexibilidade e exploração formal na maneira como integrava as infraestruturas nos edifícios. Apesar de tudo isto, a betonagem *in situ* era algo imprescindível para as obras de Gordon Bunshaft.

Em muitas das obras existiam sistemas estruturais mistos e Bunshaft gostava de manter uma coerência formal e material. Por vezes pintava as peças pré-fabricadas de branco e as peças *in situ* tinham um acabamento mais rugoso, feito com jato de areia. Realçava, assim, as diferenças entre as cofragens e os processos de manufatura de cada um dos materiais. Contudo, os elementos mantinham um aspeto refinado de modo a que os edifícios tivessem um carácter luxuoso e sofisticado.

*“Ao não pré-fabricar totalmente a estrutura, o arquiteto transforma as unidades industriais pré-fabricadas e os elementos moldados in situ em entidades estruturais complementares. Percebe-se uma coerência na definição funcional entre os dois tipos de elementos.”*⁴⁵

Do ponto de vista técnico, os elevados pesos e dimensões das peças de alguns sistemas pré-fabricados levavam a certas exigências ao nível do seu transporte e montagem, deste modo, o local influenciava a escolha do tipo de sistema construtivo. Mas Bunshaft era também um arquiteto que tinha

⁴⁴ *Id.*, pág. 389

⁴⁵ *Id.*, pág. 390



A045

A045 Miguel Fisac junto de uma peça pré-fabricada desenhada pelo próprio para a cobertura do Centro de Estudos Hidrográficos



A046

A046 Miguel Fisac junto de várias peças pré-fabricada desenhada pelo próprio para a cobertura do Centro de Estudos Hidrográficos



A047

A047 Centro de Estudos Hidrográficos, de Miguel Fisac



A048

A048 Teatro Municipal de Castilblanco de los Arroyos, de Miguel Fisac



A049

A049 Peça em pré-fabricada em "T" para o Hotel Tres Islas, de Miguel Fisac, 1970-1973

preocupação com a envolvente e as circunstâncias em que projetava. Não só as contingências a nível técnico como, também, a preocupação pelo traçado urbano ou pela paisagem eram fatores a ponderar em cada obra. Isto, certamente influenciava as suas escolhas, desde a escolha do material ao desenho dos alçados.

O arquiteto fazia uso de modulações rigorosas de modo a ordenar todos os seus projetos. *“A habilidade do arquiteto está em conciliar as medidas padrão de todos estes módulos diferentes.”*⁴⁶ Os alçados resultavam quase diretamente do sistema construtivo escolhido e permitiam, através de uma regra e modulação bastante fortes, atribuir ao edifício uma certa identidade e carácter próprios. Este critério de projeto permite resolver três condicionantes de uma só vez. *“Construtivamente supõe economia de material na fabricação de peças e um desempenho de estrutura ideal, do ponto de vista empresarial imprime carácter de exclusividade a cada edifício e ficam marcados com uma solução única, e formalmente aliviam o peso visual da estrutura, permitindo que a sua multiplicação aos longo das fachadas resulte elegante, desenhando uma trama tridimensional.”*⁴⁷

Um outro arquiteto que se destacou pelas suas obras e experiências em pré-fabricação foi Miguel Fisac (1913 - 2006) que surge, em paralelo, em Espanha. Encarava a sua obra com um carácter muito experimental e apreciava e explorava as potencialidades plásticas do betão. Um arquiteto que nunca foi muito falado, nem muito reconhecido fora do seu país que, segundo Frampton, *“tem que ver com o carácter inclassificável da sua arquitetura.”* Descreve, até, o trabalho de Fisac *“mais como o de um engenheiro sensível do que como o de um arquiteto.”*⁴⁸ É um arquiteto que teve sempre como ponto central da sua linguagem arquitectónica a invenção e a expressão,⁴⁹ e manteve sempre uma grande afinidade ao humanismo nórdico.

Numa segunda fase da sua carreira, converge para uma arquitetura feita maioritariamente por pré-fabricados, vãos longos e vigas ocas. Considerava o betão, em relação ao aço, um material com maiores possibilidades e com uma elevada sofisticação técnica, o que leva a diferentes tipos de experiências e resultados em diferentes locais do mundo.

Uma primeira experiência com pré-fabricados, consistiu no uso de “vértebras” ocas com um metro de comprimento, pré-cofradas. Os perfis eram de uma

⁴⁶ *Id.*, pág. 391

⁴⁷ *Id.*, pág. 393

⁴⁸ Kenneth Frampton, *Tectonic Talent in AV Monografías 101: Miguel Fisac*, 2003, pág. 5

⁴⁹ *Id.*, pág. 5



A050



A051



A052



A053

A050 Peças da viga em contínuo, demonstrando como seria feita a montagem

A051 Trabalhadores da construção civil com uma peça pronta a ser elevada

A052 Trabalhadores da construção civil a descofrar uma peça

A053 Fachada do Centro Social das Irmãs Hospitalarias, em Madrid, onde é possível ver o tratamento plástico que Fisac dá ao betão, através de uma repetição do mesmo motivo gráfico

complexidade pouco usual, de modo a cumprir três critérios: permitir ter luz por baixo das suas extremidades; ter uma caleira para permitir o escoamento de águas e as formas tinham que se sobrepor, de modo a impedir a entrada de luz solar direta.

A compreensão das técnicas construtivas e o seu interesse por estruturas leva Frampton a referir-se a Fisac, *“na sua maturidade como um construtor.”*⁵⁰ Daí resultar que os seus trabalhos mais bem conseguidos são obras onde *“a organização espacial e a forma estavam ligadas ao método construtivo.”*⁵¹

*“Fisac alcançou o seu apogeu com o betão pré-esforçado e pré-cofrado com um sistema, nunca posto à prova, de produção de vivendas em grande escala em 1965.”*⁵² *“Nele todos os elementos, horizontais, prefabricados e modulados (até as escadas) eram ocos para maximizar a entrada de luz e reduzir ao máximo o seu peso e a sua espessura. Enquanto que a continuidade horizontal dos pisos era toda feita em pré-fabricados, a continuidade vertical, de piso para piso, era assegurada por colunas “cast in-situ”, e a cobertura era também de prefabricados”*⁵³

O betão armado estava sempre ligado à arquitetura de Fisac, quer exercesse uma função estrutural ou “secundária”. Contudo, atingia uma maior coerência e harmonia na obra quando respeitava uma hierarquia de materiais, onde o betão exercia a sua principal função, a estrutural; Frampton refere até que *“(...) quando o betão não fazia parte de um sistema estrutural integral, que ele perdia o seu controlo expressivo.”*⁵⁴

A par de Fisac, na Europa, também se destaca Angelo Mangiarotti (1921 - 2012) arquiteto italiano que é, incontornavelmente, uma figura de extrema importância no campo da arquitetura pré-fabricada e do design industrial. Embora, talvez, seja mais conhecido pelo seu trabalho como designer, os seus ideais, princípios e métodos de trabalho eram consistentes e aplicáveis transversalmente à sua prática, quer em arquitetura, quer em design.

Notabilizou-se por utilizar uma linguagem arquitectónica muito idiossincrática, mas extremamente coerente e baseada em princípios muitos claros. Tinha um grande interesse nos materiais que usava e tinha como objetivo, em qualquer caso, tirar o máximo partido de cada material, nunca subvertendo a sua lógica intrínseca. Isto pressupunha um grande conhecimento da tecnologia

⁵⁰ *Id.*, pág. 9

⁵¹ *Id.*, pág. 10

⁵² *Id.*, pág. 10

⁵³ *Id.*, pág. 10

⁵⁴ *Id.*, pág. 10



A054 Angelo Mangiarotti junto de uma maquete



A055



A056



A057



A058

A055 Montagem do sistema de pré-fabricação FM, usado na Fábrica Elmag, em Lissone, de Mangiarotti

A056 Maquete do sistema de prefabricação Facep, de Mangiarotti

A057 Maquete do sistema de prefabricação Facep, de Mangiarotti

A058 Pormenor do Pavilhão *Fiera del Mare*, em Génova, de Mangiarotti

e dos materiais o que levava muitas vezes a que fosse caracterizado como um técnico. Todavia, nas palavras de Thomas Herzog, *“Ele era tudo menos um técnico. Empregava tecnologia de ponta. O que determinava que ele era um arquiteto era a constante examinação da realidade social. Um estudo de eventos e circunstâncias, não no nível operacional, mas a partir de uma visão humanística do mundo.”*⁵⁵

Mario Botta descrevia a sua obra dizendo que *“As diferentes partes são apenas peças no mosaico que é a estrutura finalizada.”*⁵⁶ Contudo, para este tipo de obra é necessário um método de trabalho muito rigoroso, criativo e racional, de modo a que o resultado final seja equilibrado e harmonioso. Em edifícios fabris, adotava os princípios, quase arcaicos, do sistema trilitico. A combinação Pilar-Viga-Cobertura, para além de simples e extremamente eficaz, permitia uma repetição, um ritmo e uma certa estabilidade formal que possibilitavam, também, *“um crescimento e expansão infinitos.”*⁵⁷ Não só isto, como também se aliava a uma certa economia formal e financeira ao fazer uso do número mínimo de elementos necessários.⁵⁸

Dava extrema importância ao tratamento do detalhe, o que lhe permitia ter um grande controlo dos seus projetos com carácter industrial. Botta acrescentava que *“A experimentação tornou-se um verdadeiro projeto de descoberta, parte de um sistema estrutural e tectónico. Assim descobriu um espaço de conforto que o caracterizou com arquiteto engenheiro antes de ser designer.”*⁵⁹ A sua atenção pelo detalhe evidenciava-se, em particular, na problemática das juntas, dos nós, dos cruzamentos e interseções de planos, peças e materiais diferentes. Via nestes momentos de projeto, uma possibilidade de expressão, uma oportunidade para *“reforçar a força «tectónica» deste particular ponto construtivo.”*⁶⁰ *“Teve contacto com diversos arquitetos de forma a conseguir ter uma visão exterior e ter um olhar crítico dos assuntos para os explorar. Quis associar os diferentes intervenientes (clientes, construtores, fabricantes, artesãos, utilizadores...) nas diferentes fases do processo, de forma a obter um nível de excelência na qualidade*

⁵⁵ Thomas Herzog, Notes on Angelo Mangiarotti in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 61

⁵⁶ Mario Botta, Angelo Mangiarotti: Designing to Build in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 9

⁵⁷ Franz Graf, The Ethics of Prefabrication: Archaism and Universality in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 26

⁵⁸ *Id.*, pág. 26

⁵⁹ Mario Botta, Angelo Mangiarotti: Designing to Build in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 9

⁶⁰ *Id.*, pág. 9



A059 Pormenor do sistema de pre-fabricação U70 Isocell, na fábrica Lema, de Mangiarotti

A060 Armadura da peça de trave de uma alteração ao sistema Facep, utilizado na obra Concessionária Fiat, de Mangiarotti

A061, A062 e A063 Pormenores das juntas e estudo dos possíveis pontos de instabilidade da estrutura do sistema de pré-fabricação FM, de Mangiarotti

*de produção e poder explorar materiais e práticas tradicionais, enquanto os articulava com o seu vocabulário e arquitetura.”*⁶¹

Com isto, tentava desviar o foco e a atenção do utilizador para estes detalhes, para as ligações entre os planos de modo a que se questionassem sobre a sua construção e sobre a beleza a que ela pode estar associada. De um modo subtil, os seus edifícios ganhavam esta função quase que didática de mostrar, evidenciar e expor a construção. Mangiarotti foi ainda professor em várias instituições de ensino e tinha um interesse especial por esta prática *“acreditava que, como professor, a sua função era cultivar, melhorar e realçar as qualidades de cada um dos alunos e não forçá-los a renderem-se aos estilos de uma altura em particular ou aquilo em que o professor acredita.”*⁶² Algo que poderia até aplicar-se à sua própria obra, dado o seu contexto, numa época em que já se considerava a arquitetura pré-fabricada ultrapassada e o pós-moderno assumia um grande protagonismo, especialmente em Itália. No entanto, manteve-se fiel aos seus princípios e continuou a sua obra independentemente das “modas”. Defendia isto dizendo *“Se me perguntarem se a industrialização da construção pode levar a uma crise na atividade criativa, eu reforçaria que mesmo antes de ser um sistema prático, e a mais consequente transformação do processo de construção do nosso tempo, tem que ser compreendido como um novo princípio de figuração.”*⁶³ *“Desenhar um edifício significa identificar as especificações da sua construção para determinar o seu carácter.”*⁶⁴

O pensamento de Angelo Mangiarotti estava profundamente marcado pela aventura da Escola de Ulm⁶⁵, com Max Bill como seu primeiro diretor e com o seu objetivo de treinar os criativos europeus depois da guerra, sem distinção de categorias (arquiteto, designer, artistas). A sua tarefa era resolver os problemas criados pela evolução das necessidades de uma sociedade altamente industrializada.⁶⁶

Num texto referente à obra de Mangiarotti, Franz Graf afirma que, com a

⁶¹ Franz Graf, *The Ethics of Prefabrication: Archaism and Universality in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 21

⁶² Anna Mangiarotti, *A Life Given to Architecture in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 16

⁶³ Angelo Mangiarotti in *The Ethics of Prefabrication: Archaism and Universality in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 21

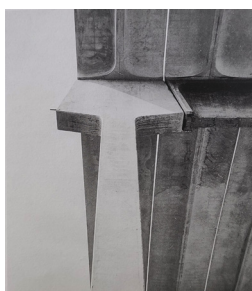
⁶⁴ *Id.* pág. 24

⁶⁵ Escola de Ulm foi uma instituição de ensino fundada em 1953 e teve como seu primeiro diretor Max Bill, que era uma ex-aluno da Bauhaus. A escola tinha como intenção retomar os valores e as práticas de ensino da Bauhaus no Pós Segunda Guerra Mundial

⁶⁶ Franz Graf, *The Ethics of Prefabrication: Archaism and Universality in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 31



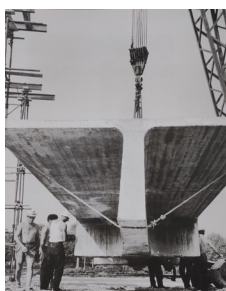
A064



A065



A066



A067

A064 Colocação da Viga sobre os pilares na Fábrica Elmag, de Mangiarotti

A065 Pormenor da ligação pilar / viga / laje na Fábrica Elmag, de Mangiarotti

A066 Colocação da Viga/Cobertura pré-fabricada do armazém e escritórios do Splügen Brau, de Mangiarotti

A067 Levantamento da Viga/Cobertura pré-fabricada do armazém e escritórios do Splügen Brau, de Mangiarotti

recente expansão da tecnologia digital, a pré-fabricação tem voltado ao debate arquitectónico, e garante que era algo que Mangiarotti claramente percebia, reiterando que *“É essencial analisar com novos olhos a história da pré-fabricação no século XX pela qual Angelo Mangiarotti deu um grande contributo com o seu grande rigor, e até a sua dureza, mas também com a sua ironia ilimitada e liberdade”*⁶⁷, dizia *“A construção significa dar uma forma à realidade”*

O panorama nacional no tema da pré-fabricação não é rico nem favorável. Ao analisar números da revista *A Arquitectura Portuguesa e Arquitectura Portuguesa e Cerâmica Reunidas*, as referências a sistemas construtivos de pré-fabricação são reduzidas. Há até alguma aversão a novas técnicas construtivas. Num artigo de 1938 critica-se a *“feia excrescência de ferro na harmonia da Cidade da Luz”*⁶⁸ que era a Torre Eiffel, com uma clara rejeição de estruturas novas, todas metálicas, remetendo o aço para um papel meramente auxiliar. Um outro artigo de 1942 rejeita a vulgarização da arquitetura pré-fabricada, afirmando não ter qualidade para resistir ao teste do tempo, sendo frequente algum desprezo por estas técnicas construtivas, possivelmente ligadas a um nacionalismo que defendesse o sistema construtivo tradicional português.

Os primeiros artigos que referem que possa haver algum potencial na construção pré-fabricada datam (aproximadamente) de 1946/47. A sua leitura refere, no contexto de uma Europa devastada pela Guerra, os principais problemas (a falta de mão de obra, a destruição, e, ainda, a pausa na construção) e afirma que uma *“transformação dos processos de construção é absolutamente necessária.”*⁶⁹ Reconhece, no entanto, que ainda há muitos estudos e experiências que devem ser feitos antes de se poder avançar com esta nova técnica de forma massiva. *“A pré-fabricação presta-se especialmente à solução económica do problema fundamental de toda a humanidade: a habitação popular.”*⁷⁰

Um interessante artigo de 1953, assinado por Viana de Lima, talvez seja um dos mais ousados sobre esta temática, onde defende que o progresso industrial verificado, se aplicado no campo da arquitetura, contribuiria para a construção de casas de habitação e seria uma forma de tentar resolver o problema de habitação em Portugal. *“A arquitetura aproveitaria assim, da*

⁶⁷ *Id.*, pág. 34

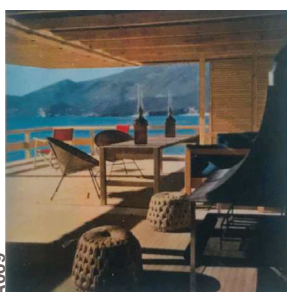
⁶⁸ SA, in Revista *Arquitectura e Cerâmica Reunidas*, 1938, p. 26

⁶⁹ SA, in Revista *Arquitectura e Cerâmica Reunidas*, nº 140, 1946/47, p. 25

⁷⁰ *Id.*, p. 25



A068



A069



A070



A071

*indústria moderna, as diversas combinações, não só em grandeza como em engenho, além das possibilidades que oferecem os mesmos elementos standard.”*⁷¹

Uns anos mais tarde, verificou-se, também, uma experiência em Portugal de uma casa pré-fabricada, pelo arquiteto Eduardo Anahory. Era uma casa pequena e totalmente pré-fabricada que fazia uso de materiais leves e facilmente transportáveis. A casa, erguida nas encostas rochosas da Arrábida, tinha pilares metálicos que fixavam a casa à rocha e formavam uma plataforma metálica onde assentava a estrutura de madeira e a restante casa. Tem ainda um engenho de portadas inovador e inédito que permite abrir a casa, sombrear o terraço e ainda fechar por completo e proteger a casa da intempérie, dada a sua localização de extrema proximidade com o mar.

Ainda assim, passados quase 70 anos, verificam-se os mesmos problemas. Há um problema de habitação em Portugal, a habitação é cara, as rendas são tremendamente inflacionadas por um mercado demasiado liberalizado e as casas têm, em grande proporção, um nível de conforto reduzido para os tempos em que vivemos. Todos estes constrangimentos, aliados a salários baixos que não acompanham estas subidas leva a uma queda enorme da qualidade de vida e do conforto dos habitantes de Portugal.

⁷¹ SA, in Revista Architectura e Cerâmica Reunidas, nº 3 e 4, 3ª Série, 1953, p. 50



A072



A073



A074



A075



A076

A072 American Can Company, Greenwich Connecticut, de Gordon Bunshaft

A073 e A074 FEG Entrance Pavillion, Giussano, de Angelo Mangiarotti

A075 e A076 Estudio Miguel Fisac, Cerro del Aire, de Miguel Fisac

Após esta exposição do Estado da Arte da pré-fabricação em arquitetura e de uma revisão do panorama nacional e internacional do uso e evolução desta técnica, três obras em particular de três arquitectos já anteriormente referido serão analisadas como Casos de Estudo. A escolha destas três obras consiste num critério de pluralidade e variedade de sistemas e técnicas construtivas dentro do tema da pré-fabricação. Deste modo, será analisado o FEG Pavillion, obra do arquiteto Angelo Mangiarotti, por fazer uso de um sistema de betão completamente pré-fabricado e montado a seco. Uma outra análise será feita à obra American Can Company do arquiteto Gordon Bunshaft, que é construída com um sistema misto de betão pré-fabricado e betonado *in situ*. Por fim, será feita a análise ao Estúdio em Cerro del Aire de Miguel Fisac, obra que faz uso também de elementos pré-fabricados e betonados *in situ* com uma particular e algo idiossincrática abordagem aos limites da plasticidade do betão.



A077



A078



A079

A077 American Can Company, Greenwich Connecticut, de Gordon Bunshaft

A078 Pormenor da varanda da cafeteria para o lago artificial da American Can Company

A079 Pormenor dos cabos de pós-esforço no topo de uma viga do edifício anexo, destinado a executivos da American Can Company

AMERICAN CAN COMPANY

Gordon Bunshaft, 1967-1970, Greenwich, Connecticut

Nesta obra, Bunshaft, já com uma idade avançada, não se conteve e foi, até, ganhando ousadia com o tempo. A obra é um exemplo de como o arquiteto dominava não só os sistemas construtivos de pré-fabricados, como já foi referido, como também era dotado de uma grande sensibilidade, algo que é possível perceber, desde logo, a partir da implantação do edifício.

Mantinha, aqui, como na maioria das suas obras, a preocupação e rigor programáticos como forma de respeitar quem iria usar e trabalhar no edifício e não expressava nenhuma ideologia para além do compromisso à resolução de problemas de forma racional.⁷² O edifício que seria a nova sede da American Can Company localizava-se em Greenwich, Connecticut, a cerca de uma hora de distância do centro de Manhattan.

O cliente era a American Can Company, que, tal como está implícito no nome, era uma empresa de produtos de lata. A empresa tinha a sua sede na 100 Park Avenue desde 1950. No entanto, em 1966 a renovação do contrato de arrendamento tornou-se mais cara e complicada,⁷³ e, não encontrando nenhuma localização satisfatória na cidade, a empresa decidiu relocar-se para os subúrbios, numa zona quase que rural. Após entrevistas a vários arquitetos, a empresa acabou por escolher Gordon Bunshaft, da SOM, para ficar encarregue do projeto.

O terreno era um grande espaço verde com uma mansão (que acabou convertida em casa de hóspedes da empresa) e muito rico em vegetação e espécies autóctones. Por essa razão o governo local impôs regras rígidas de construção de modo a evitar uma descaracterização da paisagem. Exigiam uma intervenção mínima em termos de área; cortar o mínimo de árvores possível; estacionamento não podiam ficar à vista, carros não poderiam usar uma das estradas locais e as luzes não podiam iluminar intensamente a zona durante a noite.⁷⁴

Ao olhar para o terreno, Bunshaft viu uma solução que lhe pareceu evidente, recordando as palavras de Álvaro Siza “A solução está sempre no lugar”

O terreno de cerca de 70 hectares era acidentado, tinha algumas ravinas e um curso de água. Bunshaft ao olhar para a maquete topográfica apercebe-

⁷² H. Nicolás Sica Palermo, *Forma y tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft*, 2012, pág. 239

⁷³ *Id.* pág. 239

⁷⁴ *Id.*, pág. 240



A080



A081



A082



A083

A080 Fachada da American Can Company

A081 Pormenor da junção entre caixilharia e cobertura e entre pilar / viga / cobertura do edifício anexo da American Can Company

A082 Edifício anexo dedicado a executivos da American Can Company

A083 Vista do lado do lago da American Can Company, onde se vê o volume principal, as vigas salientes e a varanda da cafetaria

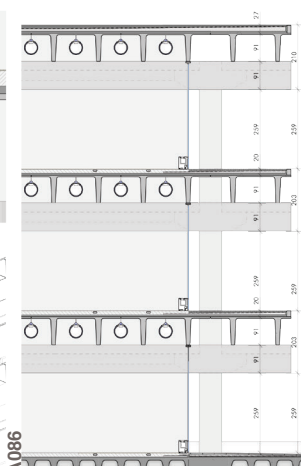
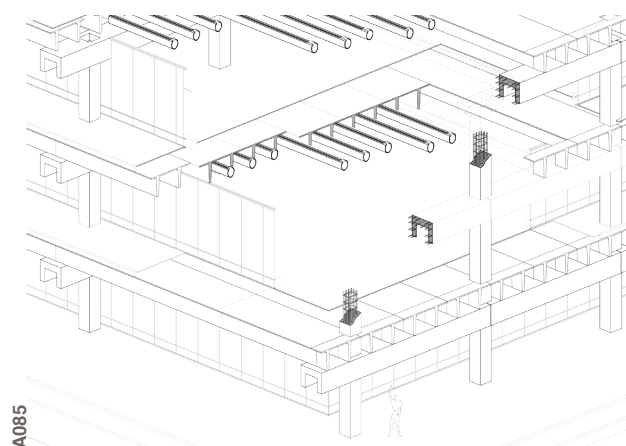
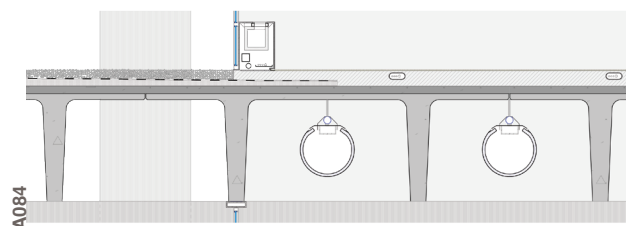
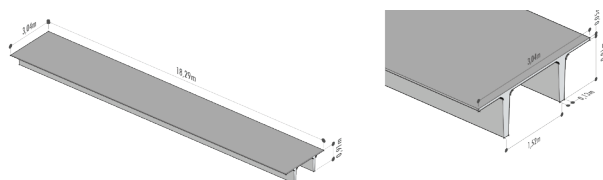
se que havia um ponto em que os topos das ravinas estavam na mesma cota. A partir daí a solução apresentou-se óbvia a seus olhos. Ligar ambos os pontos e construir o edifício nessa cota, por baixo deste volume e “preenchendo” a ravina colocar-se-iam os pisos de estacionamento, que funcionariam quase que como uma barragem, bloqueando o fluxo do riacho e criando um lago de um dos lados do edifício.⁷⁵ Este contraste entre a natureza e uma grande base de betão dava um carácter monumental ao edifício, apesar de conseguir, ao mesmo tempo, aparentar ser muito mais pequeno, a uma escala adequada e proporcionada.

“Sempre tive um grande orgulho em resolver esta envolvente, resolver os trabalhos da empresa, e criar um lago bonito.”⁷⁶

O edifício é constituído por uma grande massa que liga os dois pontos altos das ravinas, que serve de pódio aos dois volumes principais. Um é um volume retangular, tem três pisos de altura e um pátio ao centro. É dedicado maioritariamente aos escritórios e aos funcionários da empresa. Um outro volume de planta quadrangular de apenas um piso, é dedicado aos executivos e altos cargos da empresa. O edifício que serve como embasamento destes dois, tem de um lado um lago artificial, o lado oposto consiste num grande plano de betão com quatro rampas de estacionamento que se desmultiplicam de uma forma quase escultórica, fazendo acesso aos quatro pisos de estacionamento. No quinto piso deste pódio desenvolve-se o restaurante/cafetaria, que usufrui de uma varanda que se debruça diretamente sobre o lago. O piso contém ainda salas de aulas para formação de funcionários, zonas médicas e outras infraestruturas e funções auxiliares. O volume de três pisos do edifício retangular principal é composto por peças simples e pré-fabricadas. Gordon Bunshaft usava regularmente sistemas construtivos mistos. Isto é, por vezes optava por uma estrutura em que os elementos verticais são betonados *in situ*, e os elementos horizontais são pré-fabricados. E, noutros casos, os elementos verticais eram todos pré-fabricados e os elementos estruturais horizontais eram betonados *in situ*. No caso da American Can Company, Bunshaft decidiu cofrar os pilares de betão em obra, optando por um sistema de vigas “π” e outros sub-elementos pré-fabricados para compor o plano das lajes. As vigas/laje em “π” que foram usadas neste edifício, eram elementos *standard* comuns e com oferta variada no mercado de construção americano. As dimensões das vigas “π” eram 18,28x3 m, tendo cada nervo 86cm de altura e 12,8cm de largura. A aba superior tem 5,4 cm de espessura.

⁷⁵ *Id.*, pág. 240

⁷⁶ *Id.*, pág. 241



A084 Pormenor construtivo da laje e da integração das infraestruturas na American Can Company

A085 Axonometria dos sistema construtivo da American Can Company

A086 Corte de fachada da American Can Company

A087 Pormenor da solução do problema do canto

Estas peças, em repetição, compunham o aspecto formal, em geral, do edifício. No entanto, havia pequenas variações das peças *standard*, que foram acordadas com a empresa construtora de forma a efetuar alguns dos remates do edifício. Desta necessidade resultam três variações das peças “π”: nas fachadas sudeste e noroeste os perfis são ligeiramente mais pequenos, os perfis que fazem o perímetro do edifício são cortados cerca de 25cm numa das abas. Nas fachadas sudoeste e nordeste também há elementos alterados. Como as peças que formam a lajes, ao longo do edifício, estão alinhadas a eixo dos pilares e das vigas, ao chegar aos topos do edifício, para se alinhar a peça com a extremidade exterior da viga, é feita uma peça mais pequena com 72cm de comprimentos de maneira a rematar o edifício de uma forma satisfatória. A terceira variação de peça acontece nos cantos do edifício e resulta, diretamente, da combinação destas duas alterações. É claro que para a obra foram feitas mais algumas alterações, tais como alguns cortes nas peças para situações mais específicas. Apesar disto, como as peças estavam disponíveis nos catálogos de empresas de elementos de betão pré-fabricado nos Estados Unidos da América, facilitou a encomenda e escolha das peças, sem necessidade de desenhar, produzir e fabricar qualquer tipo de molde especial.

O processo de construção foi bastante simples e lógico. Num primeiro momento, construiu-se a plataforma do edifício onde se encontrava o parque de estacionamento e o piso, já referido, com cafetaria e salas de apoio, que também tinha uma função de “barragem”. Esta parte do edifício foi construída por métodos correntes, fazendo uso de sistemas pilar, viga e laje de betão armado *in situ*. Feita esta plataforma passou-se para a construção dos dois volumes “salientes”, que crescem a partir deste pódio e onde foi aplicado o sistema de pré-fabricados.

No edifício de menor dimensão e de piso único, na continuação da construção da plataforma, foram betonados os pilares e colocados os cabos para o pós-esforço das vigas. De seguida, após o tempo de cura do betão estar cumprido, efetua-se a betonação das vigas pós-esforçadas e esticam-se os cabos até se atingir o esforço pretendido. Após isto colocam-se as peças em “π”, perpendicularmente, sobre estas vigas formando, deste modo a laje. De seguida, colocava-se uma “camada de compressão” de betão para unificar, fortalecer e regularizar a laje, só após isto se procedeu à colocação das camadas de impermeabilização, e acabamentos, tanto interior como exteriores.



A088 Relação entre o maciço de betão e o volume que assenta sobre ela, da American Can Company

A089 Vista de escorço do volume principal da American Can Company

A090 Pormenor da viga pós-esforçada e da sua ligação com o pilar e as peças da laje, da American Can Company

A091 Relação entre a volumetria do corpo principal do edifício e o edifício anexo da American Can Company

No edifício de maior dimensão há algumas diferenças no processo de construção e montagem. Ao contrário do descrito anteriormente, neste volume os pilares mantêm uma continuidade visual ao longo dos pisos “furando” a laje, desde o piso térreo até ao terceiro e último piso. Este resultado obteve-se colocando as armaduras dos pilares a “furar” as lajes e as vigas, sendo betonadas à medida que a obra avançava de piso para piso. Aqui as vigas não eram pós-esforçadas, mas eram também betonadas em obra. A viga ao longo do seu comprimento tinha vazios, como que uns “caixotões compridos” que possivelmente permitiriam uma redução da quantidade de betão usado e, conseqüentemente, uma redução de custos. As vigas, no seu topo, terminavam com um perfil “U” invertido, uma opção, provavelmente formal, com a intenção de se relacionarem com as peças “π” pré-fabricadas. Após a cura dos pilares e das vigas, eram colocados os perfis pré-fabricados, que eram fixados às vigas por uma chapa de aço com um perfil “L”. Após este processo, repetia-se nos pisos seguintes até à cobertura e, no final, aplicavam-se as camadas de compressão e os acabamentos.

Este sistema simples, rápido e eficaz de montagem, não só permitia uma economia de meios e de tempo, como também permitia uma versatilidade e facilidade na instalação dos sistemas infraestruturais característicos e necessários num edifício de escritórios. Era uma conciliação entre estrutura e infraestrutura excepcional, providenciada pelo facto de se ter projectado com módulos e dimensões *standard*, às quais os sistemas e a maquinaria das infraestruturas se adaptavam com facilidade. Esta versatilidade prova-se intemporal; ao integrar, desde a fase de projeto, estas infraestruturas no desenho da obra, o resultado é um edifício que se adapta aos tempos. Mesmo com o evoluir acelerado das tecnologias e dos equipamentos necessários, o edifício conseguiu sempre acomodar este crescimento tecnológico e instalar a nova maquinaria sem qualquer alteração, quer estrutural, quer formal.

O desenho da solução que incorpora os sistemas de iluminação e o ar condicionado é sublime, de uma delicadeza e simplicidade admiráveis. É uma solução que Bunshaft usa, aperfeiçoando, em vários dos seus edifícios, como forma de responder a esta questão de projeto. A solução consiste em colocar tubos ocos suspensos no espaço entre as vigotas pré-fabricadas. Por dentro deste tubo poderão passar cabos de comunicação, eletricidade, ar condicionado ou outros sistemas necessários. Esta solução permitia criar luz indireta e manter os sistemas de ar condicionado ocultos. Para além disto, permitia uma grande facilidade de acesso às infraestruturas, facilitando tarefas de manutenção e substituição. Não só cumpria as exigências a nível técnico, como do ponto de vista formal beneficiava o espaço. Evidenciava



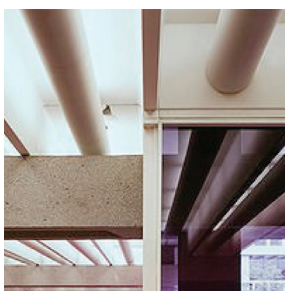
A092



A093



A094



A095

A092 e A93 Vistas interiores da zona de escritórios e da evidência da plasticidade do sistema de infraestruturas e iluminação, da American Can Company

A094 Vista interior onde se observa o pátio interior que iluminava a zona de escritórios, da American Can Company

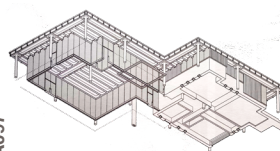
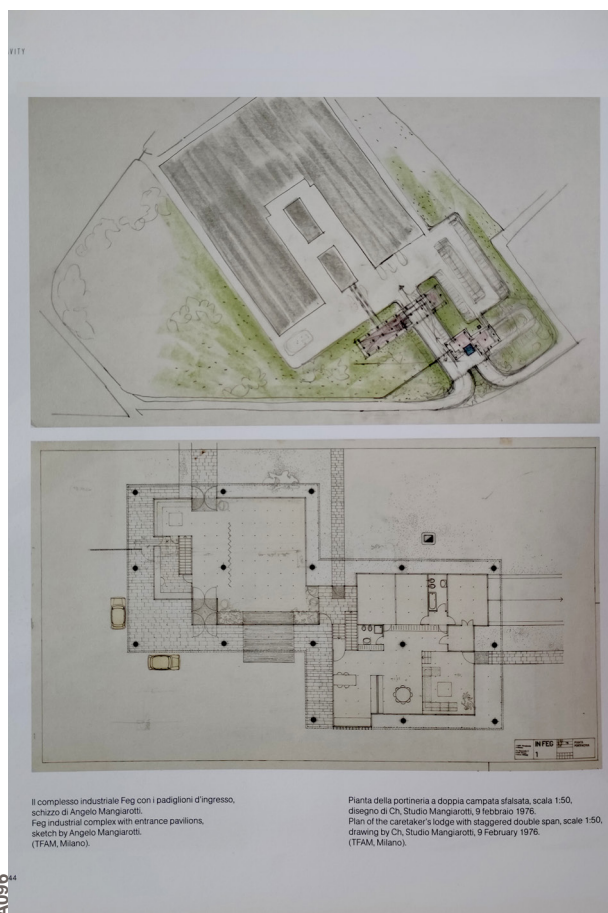
A095 Pormenor da junção da caixilharia do pátio com a estrutura e infraestrutura do edifício, da American Can Company

o ritmo das vigotas, acelerava a perspectiva e acentuava a continuidade espacial ao longo de todo o edifício. As restantes infraestruturas encontravam-se escondidas em armários, que se erguem do chão até ao tecto, junto dos acessos verticais estruturais.

A atenção ao pormenor de Gordon Bunshaft e a preocupação pelo controlo de todos os elementos da obra eram exímias. No que toca à materialidade do edifício, como seria de esperar, a coerência mantém-se. A materialidade dos elementos segue uma hierarquia ligada à lógica estrutural do edifício, algo também presente em outras obras. Neste caso específico, Bunshaft, decide por diferenciar o betão pré-fabricado do betonado *in situ*. O betão feito *in situ*, é bojardado com canhões de areia, o que lhe confere um aspecto mais rugoso, mais “ligado à terra”, (como se fosse pedra, ligado à tradição). O betão pré-fabricado, mais ligado às inovações tecnológicas da época, era mantido liso e pintado de branco, apresentava uma aparência mais “pura”, assinalando, também, a melhor qualidade de acabamentos que o pré-fabrico permitia. As aberturas eram compostas por apainelados de vidro contínuos, com caixilharias metálicas. Os tubos de infraestruturas eram de metal pintado de branco, semelhante às peças pré-fabricadas. Toda esta conjugação de materiais ajudava a criar uma espacialidade neutra e em harmonia.

Os materiais e as peças usadas permitiram uma maior amplitude espacial, ganhando em pé-direito com o uso dos pré-fabricados “π”. Todo o edifício de escritórios mantém uma continuidade espacial, em que as peças tubulares e de betão funcionam como o ligante que uniformiza todo este espaço.

O uso de elementos pré-fabricados neste edifício, permitiu uma economia de meios, algo natural no uso deste tipo de sistemas construtivos. Estes elementos nunca provaram ser um obstáculo na altura de construir e permitiram ao arquiteto um controlo da grande escala do edifício. Além disso, permitem ainda uma elevada eficiência estrutural e controlo formal, a escolha por este sistema de pré-fabricação permite uma resposta não só a problema da ordem e escala da habitação, como também, como é exemplo este edifício, uma solução para edifícios de grande escala e representatividade.



A096 Planta de implantação e organização espacial do FEG Pavillion, de Mangiarotti

A097 Axonometria do FEG Pavillion, de Mangiarotti

A098 Foto da volumetria do FEG Pavillion, de Mangiarotti

A099 Página do livro "The Tectonics of Assembly" com vários pontos de vista do FEG Pavillion, de Mangiarotti

FEG PAVILION

Angelo Mangiarotti, 1976-1979, Giussano (Monza e Brianza)

Esta obra surge a pedido da Fábrica FEG, é uma entrada para as instalações da empresa e um *showroom* dos seus produtos. Uma obra pequena e simples. Programaticamente, consistia em apenas uma zona de receção, portaria e vigilância, uma zona de showroom e ainda uma zona de alojamento para o porteiro. Um programa simples, mas de extrema importância para a empresa, era a primeira impressão, o local que recebia, a cara desta empresa e o primeiro contacto ao entrar nestas instalações.

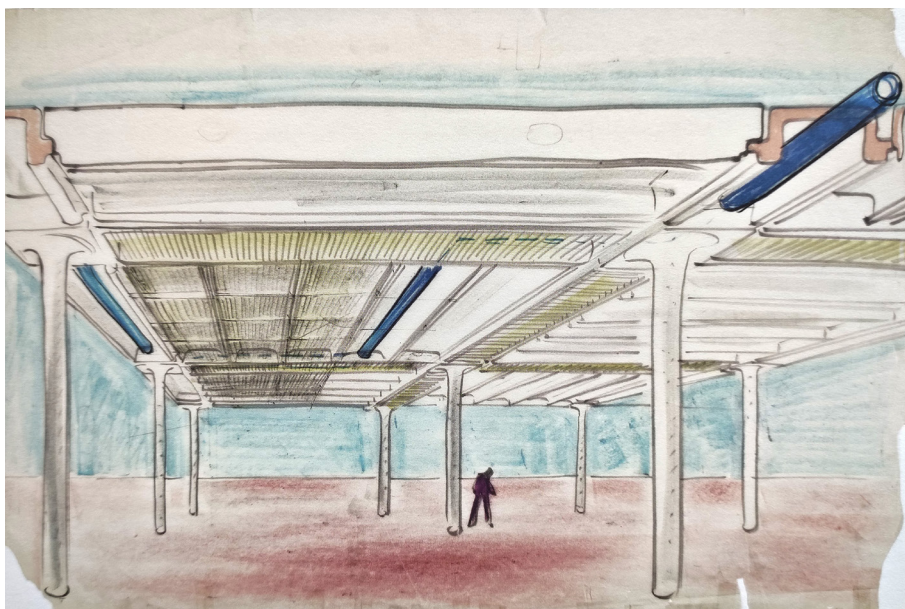
A FEG era uma empresa de mobiliário e equipamentos de cozinhas, e tinha nesta zona os armazéns e as fábricas da sua atividade. Atualmente o edifício encontra-se fechado devido à falência da empresa no ano de 2019.

A obra situa-se em Giussano, uma localidade entre Como e Monza nos arredores de Milão. É uma localidade pequena mas onde se concentra alguma indústria, apesar de ser uma zona de baixa densidade habitacional e populacional.

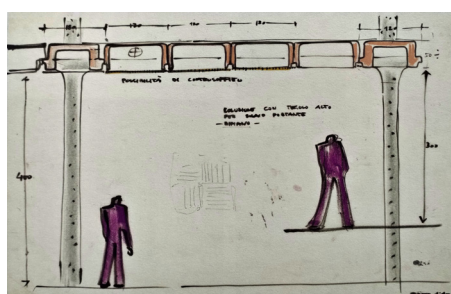
O terreno do edifício era relativamente plano e na envolvente não existiam quaisquer marcos, quer naturais, quer construídos que pudessem influenciar a obra, a não ser a presença de uma estrada de alta velocidade no limite este do terreno. No entanto, a fábrica e os armazéns já se encontravam construídos, pelo que estes volumes foram a principal influência no desenho de implantação de Angelo Mangiarotti, que pensou e desenhou os percursos que um cliente ou trabalhador fariam no dia a dia.

A implantação do edifício, tal como o seu programa, é simples. Mangiarotti opta por desenhar dois quadrados unidos por uma “meia aresta”. A divisão programática dos quadrados também é objectiva e evidente. Um dos quadrados perfaz o espaço de receção e de trabalho do porteiro e a zona dedicada à *showroom*. O segundo quadrado acomoda a residência do porteiro. Este primeiro quadrado tem uma aresta alinhada com o eixo do principal caminho até à fábrica, enquanto que a parcela quadrangular correspondente à parte mais residencial se encontra mais afastada deste eixo e mais protegida, permitindo uma maior privacidade.

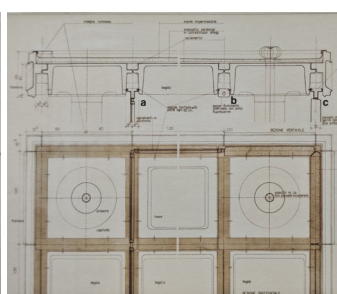
Os dois quadrados distanciam-se também no seu aspeto formal e no fechamento do espaço interior. Enquanto que a zona de receção é composta, em todo o seu perímetro, por um envidraçado que se eleva desde o chão até à laje, permitindo uma maior luminosidade, abertura e transparência; no volume correspondente à parte de residência isto já não se verifica. Nesta



A100



A101



A102

A100 Esquismo de Mangiarotti retratando a espacialidade e os encaixes do sistema Briona 72

A101 Corte à mão levantada e estudo do encaixes, das dimensões e da escala do sistema Briona 72 de Mangiarotti

A102 Pormenor construtivo dos encaixes e da integração das iluminações no sistema Briona 72

zona o perímetro do espaço interior é definido por uma parede de tijolo até metade da sua altura, com algumas aberturas pontuais. A parte superior das paredes e a junção com a laje é feita em vidro. Esta solução permite obter um maior grau de privacidade na zona de habitação e descanso.

A volumetria do edifício é muito caracterizada pelo sistema estrutural. A planta quadrangular em implantação corresponde às coberturas das duas partes da obra. O espaço interior não é tão regular e com formas tão “puras” como a sua planta de coberturas. Um envidraçado recuado atrás da primeira linha de pilares molda e define os diferentes espaços interiores.

A entrada para este espaço de receção é feita com um recuo no alinhamento do portão que delimita a propriedade da fábrica. Este recuo cria um pequeno nicho onde se encontra uma zona de receção com sofás. O restante espaço encontra-se dividido por uma cortina que separa e define melhor a zona de receção, da zona de *showroom* onde os produtos da empresa estariam expostos e em evidência. Na zona de receção encontra-se uma porta que permite o acesso em direção à fábrica.

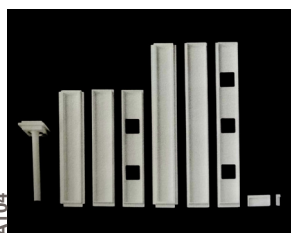
Quanto ao espaço de habitação, a entrada é feita através de uns degraus e o acesso faz-se numa zona de cozinha. A relação entre este espaço de cozinha, o espaço de refeições e a sala é bastante próxima. A sala, contudo, tem uma maior definição ao estar numa cota cerca de três degraus abaixo das restantes divisões. A transição desta zona mais pública da casa para a zona mais privada, dos quartos, é pautada por um pilar estrutural que marca a passagem para um átrio de quartos e serviços. Aqui pode ter-se acesso a três quartos, uma casa de banho de serviço e uma zona de arrumos. Dois dos quartos partilham um pequeno *hall* secundário que lhe permite o acesso a ambos os quarto e a uma casa de banho privativa. Os quartos abrem-se para sudoeste e a parte da sala, cozinha e zona de refeições abrem-se para nordeste.

Apesar de ser uma planta com uma clareza espacial e formal deste nível, o que mais impressiona nesta obra é o seu sistema construtivo. Aqui, Mangiarotti aplicou um sistema construtivo de peças pré-fabricadas que ele próprio desenvolveu em 1972 em parceria com a empresa Sacie, denominado o Briona 72.

Mangiarotti tinha uma grande atenção ao detalhe, para isso *“Ele próprio encenava os sistemas construtivos adotados. A partir de desenhos, fotografias de maquetes que ilustravam os componentes e o seu arranjo ou em imagens de obra, onde se focavam no processo de assemblagem. Cada*



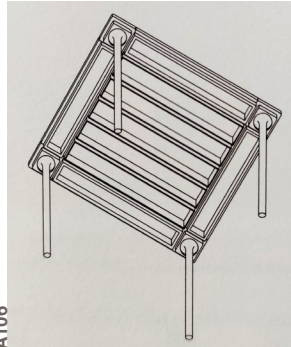
A103



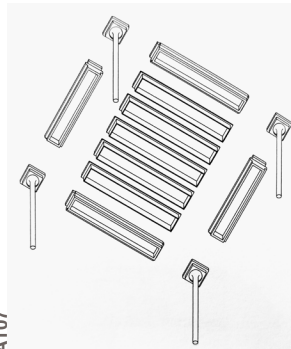
A104



A105



A106



A107

A103 Detalhe do suporte das vigas no capitel quadrado do pilar

A104 Elementos do sistema Briona 72

A105 Maquete de estudo do sistema Briona 72

A106 e A107 Estudo da montagem dos elementos do sistema Briona 72

sistema desenvolvia um tema construtivo específico.”⁷⁷

O sistema é constituído por poucos elementos, sem formas rebuscadas nem excessivamente complexas. Ilustra magnificamente a *“pré-fabricação em aberto usando elementos triliticos em betão armado sem pré-esforço.”⁷⁸* O sistema tira proveito dos princípios estruturais do sistema trilitico, um dos mais antigos e arcaicos sistemas construtivos, mas de grande eficiência, dependendo apenas da força da gravidade e do atrito entre os diversos elementos.

Os elementos que compõem este sistema construtivo são uma coluna com um capitel quadrado de um desenho pensado e feito com requinte, um elemento viga, um elemento laje que se repete e um pequeno elemento de remate da testa da laje.

É um sistema que assenta num módulo base que se pode repetir, no extremo, infinitamente. Este módulo base consiste em quatro pilares, quatro vigas periféricas que os ligam e os elementos que formam a laje, apoiadas nas vigas. O sistema possibilita a incorporação de diferentes dimensões destes elementos.

Para além disto, estes módulos são extremamente versáteis, e ao jogar-se com as direções dos elementos que formam as lajes podem criar-se espacialidades diferenciadas caso seja desejável ou adequado a cada situação. O facto de os elementos poderem ter dimensões diferentes permite também que módulos de diferentes dimensões e proporções se possam juntar entre si.

No caso deste pavilhão de entrada, o ênfase dado à estrutura é evidente, o plano de vidro recuado realça o desenho e a elegância das peças pré-fabricadas que comportam a função estrutural do edifício.

O detalhe destas peças e os seus encaixes são o principal tema de desenho deste pavilhão. *“A atenção ao detalhe e ao todo permitia-lhe um grande controlo dos seus projetos com um carácter industrial.”⁷⁹*

Como já referido noutros casos, o principal problema de sistemas de construção pré-fabricados é o problema da junta, tanto do ponto de vista construtivo, como, também, do ponto de vista de desenho. Este segundo

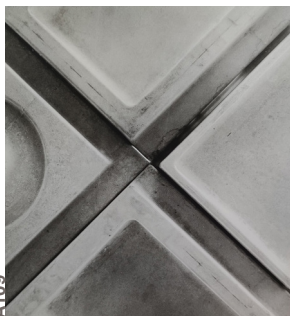
⁷⁷ Franz Graf, *The Ethics of Prefabrication: Archaism and Universality* in Angelo Mangiarotti: *The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 26

⁷⁸ Franz Graf, Francesca Albani in Angelo Mangiarotti: *The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 138

⁷⁹ Mario Botta, Angelo Mangiarotti: *Designing to Build* in Angelo Mangiarotti: *The Tectonics of Assembly*, 2015, pág. 9



A108



A109



A110

A108 Pormenor do canto e do capeamento do capitel quadrado dos pilares

A109 e A110 Pormenores da junção do capitel do pilar com as vigas e a laje

factor era uma temática pela qual Mangiarotti tinha um especial interesse. Mangiarotti via a possibilidade de criar e de se expressar na resolução destes problemas técnicos.

*“Os problemas da juntas e do cruzamento, do nó, tornavam-se uma oportunidade de expressão: uma nova forma, em negativo ou positivo, que reforçava e enfatizava a força «tectónica» deste particular ponto construtivo”*⁸⁰ Ele pretendia criar algo com significado e impactante, *“Um componente estrutural, em si, anónimo e sem expressão, ganha significado apenas no processo de montagem/asmblagem.”*⁸¹

O pilar circular era rematado com um capitel quadrado que admitia o encaixe das vigas. O desenho deste capitel consistia em ter uma “aba” em toda a sua volta onde assentavam as vigas e que permitia manter uma distância entre a viga e a parte redonda do pilar, criando uma transição entre o elemento vertical (a coluna), a peça de capitel quadrada, e a junção e encaixe com a viga. As vigas que assentavam tinham um perfil em “U” invertido e arredondado no seu interior. Nos seus limites exteriores, para além deste perfil “U”, tem umas saliências ao longo das suas “arestas”. Nos topos das peças, servem para encaixar no capitel do pilar, enquanto que na parte de maior comprimento da peça a saliência tem o propósito de permitir que os elementos que irão formar a laje se encaixem e fiquem apoiados.

As peças que compõem a laje, por sua vez, têm um perfil muito semelhante ao das vigas em “U” invertido, têm apenas uma saliência diferente, de modo a que seja compatível o encaixe na perfeição com a viga. Estas peças poderão ainda ter uma variação; ao serem perfuradas pontualmente ao longo do seu comprimento, admitem a integração de clarabóias neste sistema. A peça final, e a mais pequena deste sistema, é uma fina placa de betão, com um recuo ao centro e uma saliência de encaixe na parte posterior. Esta peça tem apenas o intuito de rematar o topo da laje em todo o seu perímetro. Nesta estrutura percebe-se como Mangiarotti *“teve sucesso em dividir uma estrutura de suporte em pequenos elementos que podem ser mais facilmente fabricados. Observa-se como cada junção e ligação são transformadas num detalhe belo e expressivo. As pequenas partes estão coordenadas com a ordem da construção em geral.”*⁸² Neste caso, Mangiarotti optou por fazer os

⁸⁰ Mario Botta, Angelo Mangiarotti: Designing to Build in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 10

⁸¹ Franz Graf, Francesca Albani, Assembling to Build: Ten Variations on a Theme in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 73

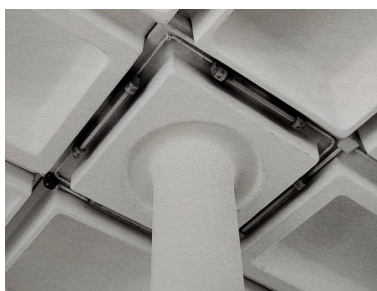
⁸² Thomas Herzog, Notes on Angelo Mangiarotti in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 59



A111



A112



A113

A111 e A112 Construção do FEG Pavillion fazendo uso do sistema Briona 72

A113 Pormenor da integração da iluminação nos negativos da estrutura

elementos em betão armado sem pré-esforço, o que resulta num aumento do peso das peças e da estrutura em geral. Contudo, permite simplificar o processo de montagem da estrutura em obra.⁸³

A já anteriormente referida preocupação pelo detalhe de Angelo Mangiarotti, aplicava-se a cada fase da obra, desde a sua conceção e do desenho até à montagem no terreno. O seu elevado conhecimento técnico permitia-lhe tomar opções de desenho que iriam beneficiar e facilitar processos posteriores no decorrer da obra. Um factor importante numa obra pré-fabricada é o transporte das peças do estaleiro para a obra e a necessidade de mover as peças várias vezes até as colocar no sítio designado. *“O arredondar das extremidades terá começado como forma de reduzir a probabilidade de quebra durante o transporte ou a lesão de qualquer interveniente na obra.”*⁸⁴ Esta foi uma das formas de Mangiarotti garantir que o produto final tinha a melhor qualidade possível. *“Os seus trabalhos não tinham qualquer tipo de “fechamentos”, rebites, parafusos, colas ou outros elementos de ligação, apenas a continuidade e fricção um contra o outro: usava o ar como o seu material de ligação”*⁸⁵ A simplicidade das juntas e da lógica construtiva permitia também uma maior facilidade de montagem, evitando sistemas exageradamente complexos e que, conseqüentemente, resultava em menos erros e melhores resultados em obra.

A estrutura permitia, no espaço entre cada peça, criar um vazio onde se poderiam aplicar os sistemas necessários ao funcionamento do edifício. Era nesta zona que se fazia o encaixe das caixilharias. Este sistema permitia ainda uma integração dos sistemas de iluminação, que, assim, ficariam colocados nas juntas das diferentes peças, evidenciando e chamando atenção para as linhas da estrutura e para o seu detalhe.

Esta obra é um exemplo de como uma estrutura simples e delicada pode transcender o seu propósito meramente estrutural e ganhar um significado e uma expressão diferentes.

*“A procura de Mangiarotti por uma linguagem arquitectónica, não necessariamente ligada à função, teria a sua força na tectónica da assemblagem. (...) Um componente estrutural, em si, anónimo e sem expressão, ganha significado apenas no processo de assemblagem.”*⁸⁶

⁸³ Franz Graf, Francesca Albani in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 138

⁸⁴ Franz Graf, The Ethics of Prefabrication: Archaism and Universality in Angelo Mangiarotti: The Tectonics of Assembly, 2015, pág. 28

⁸⁵ *Id.*, pág. 28

⁸⁶ *Id.*, pág. 71



A114



A115



A116

A114 e A115 Estudio Miguel Fisac

A116 Vista da escada de entrada do Estudio Miguel Fisac

ESTÚDIO MIGUEL FISAC

Miguel Fisac, 1971, Cerro del Aire, Madrid

Miguel Fisac nunca foi um arquiteto muito reconhecido no seu tempo, mas teve uma carreira rica e plena de experiências, em particular na parte final da sua carreira. Após ter feito várias experiências com peças pré-fabricadas e testado diferentes formas e feitios, começa, nos anos 70, a fazer experiências com o betão, jogando com as cofragens de modo a tentar tirar partido do potencial plástico e moldável deste material.

Uma das obras que interessa estudar neste contexto é o seu próprio estúdio em Cerro del Aire, em Madrid. O arquiteto assumiu, por completo, o carácter experimental deste edifício e testou diferentes ideias que tinha, algumas potencialmente duvidosas, pelo que não queria “aproveitar-se” de um cliente para o testar.

O edifício incorpora, assim, uma variedade de diferentes soluções técnicas e formais, por vezes não integradas num conjunto harmonioso e coerente; pode ser visto como uma síntese do trabalho que Fisac tinha vindo a desenvolver até este ponto e é como um presságio do que viria a surgir na sua obra construída.

A construção encontra-se num terreno com um ligeiro declive e Fisac tira partido disso para a sua implantação, ganhando altura com o declive. O programa, como já foi referido, é para o seu próprio escritório de arquitetura. A volumetria é simples. É um edifício que se desenvolve numa altura de dois pisos. O piso inferior tem um recuo com o propósito de abrigar os carros e uma zona, possivelmente, de arrumos ou zonas técnicas junto desta zona de “estacionamento” (contudo, dada a ausência de plantas e informação isto trata-se apenas uma suposição). O acesso ao piso superior é feito por uma escada na fachada oeste, entrando no piso superior, onde se desenvolve o espaço de escritório. O espaço é bastante livre e moldável às necessidades que cada utilizador necessitar, como é habitual num espaço de escritório.

A escada exterior que faz o acesso ao piso superior, a meio do seu percurso, dobra para trás e passa a ser coberta, fazendo com que a entrada no espaço interior seja feita a um canto. Neste espaço cria-se uma zona de espera, que corresponde, em alçado, ao envidraçado mais à esquerda. Adjacente a este espaço, encontra-se o escritório, mais privado, para usufruto de Miguel Fisac caso pretendesse alguma privacidade, ou, quando houvesse essa necessidade, poderia servir como sala de reuniões. É dotado de dois grandes envidraçados. Ao centro do edifício encontra-se um pequeno pátio com vegetação, que filtra o espaço de entrada da zona de trabalho do



A117



A118



A119

A117 Miguel Fisac na secretária do seu escritório

A118 Secretária do escritório de Miguel Fisac

A119 Zona de trabalho de comum do escritório de Miguel Fisac

escritório. O pátio ajuda, também, na articulação dos espaços de casas de banho e arrumações e dialoga diretamente com uma zona de receção, com um balcão. É uma planta onde se pode observar uma tripartição e uma definição clara dos espaços, ainda que eles comuniquem entre si, sem qualquer tipo de “encerramento” físico.

Do ponto de vista técnico, Fisac aplica aqui vários sistemas, uns já previamente usados, outros uma novidade. O sistema que usa para a cobertura é uma variação dos sistemas de cobertura por ele já utilizados. Estes sistemas surgem de uma vontade de aplicar a pré-fabricação e de obedecer a critérios funcionais específicos, Fisac pretendia criar uma peça que pudesse ser repetida e encaixada entre si. Teria de ser leve e com uma grande capacidade estrutural, capaz de suportar grandes vãos. Aplicou três importantes condicionantes na conceção da peça que acabaram por moldar a sua forma. As peças tinham que permitir que passasse luz por baixo das suas extremidades, tinham que ter uma caleira de forma a que se pudesse proceder ao natural escoamento das águas e teriam que se sobrepor, de modo a impedir que entrasse luz solar direta. Estas exigências levaram ao desenho de uma peça oca, de modo a manter a leveza, com um perfil que se assemelha a um triângulo arredondado. De um dos lados, uma extremidade prolonga-se de modo a que se sobreponha à peça seguinte e evite a luz solar direta. Na continuação desta linha, mas na ponta oposta, a peça prolonga-se, arredondando, para criar uma zona que permita o escoamento das águas. Daqui resulta uma peça que nasce com um propósito extremamente funcional e acaba como uma peça com uma complexidade estrutural aliada a uma delicadeza formal e de desenho. As peças pré-fabricadas tinham cerca de 1,2 metros de altura e de largura, e encaixar-se-iam ao longo da largura do vão.

Na separação entre o primeiro e o segundo pisos o sistema de suporte da laje surge aparente na fachada. Neste caso o sistema de junção das peças funciona da mesma maneira que na cobertura. Peças com cerca de 1,2m que se encaixam ao longo do comprimento do vão. No entanto, nesta situação, as peças utilizadas são diferentes. Mantêm o princípio da leveza de material e da sua, inerente, função estrutural. A secção destas peças varia em relação à anteriormente descrita. Aqui, a secção da peça de betão armado tem uma forma em “T” onde a parte vertical da peça é oca, permitindo uma resposta estrutural mais forte e a parte mais horizontal da peça é relativamente mais fina. Nesta situação as peças encaixam ao longo do vão e mantêm contacto com a peça ao seu lado, pois não existe, aqui, a necessidade de permitir a entrada de luz solar ou de escoamento de águas.



A120 Foto da fachada do Estudio Miguel Fisac onde se percebe os diferentes tipos de peças e técnicas usadas e o carácter experimental da obra

A121 Esquízo de Miguel Fisac onde explica as três vertentes lógicas que levaram ao desenho destas peças, entrada de luz indireta, a proteção da luz direta e caleiras para escoamento da chuva

A122 Relação entre as peças da cobertura e os vãos

A123 Peças da viga montadas e prontas a serem colocadas em obra

A124 Foto da construção do Estudio Miguel Fisac

Na altura do fabrico e conceção estas peças surgiram para cobrir um vão de 22 metros para o Centro de Estudos Hidrográficos. Nesta época, um vão desta dimensão era extremamente difícil de se construir, apenas seria possível com uma peça pré-esforçada. Contudo, uma peça pré-esforçada que aguentasse este vão, do ponto de vista estrutural, teria uma dimensão e um peso enormes que dificultariam o seu transporte, mas, ainda mais grave, seria impossível de montar em obra, dado que, em Espanha, a tecnologia da época não possibilitava que se levantassem peças tão pesadas.

Assim, tendo estas condicionantes, Fisac, em diálogo contínuo com engenheiros, decidiu fazer peças com cerca de um metro de largura que se encaixariam. As peças tinham um vazio contínuo onde seria possível, posteriormente, colocar cabos de aço e tensioná-los, e, depois, preencher com betão esta cavidade quando a tensão estivesse no nível desejado. Este processo de pós-tensão permitia reduzir uma única peça a várias peças de reduzidas dimensões e diminuía, também, substancialmente, o peso de cada peça. Isto possibilitava uma montagem mais fácil, ainda que bastante complexa, e, essencialmente, permitia uma maior facilidade no transporte e mobilidade dentro do contexto de obra.

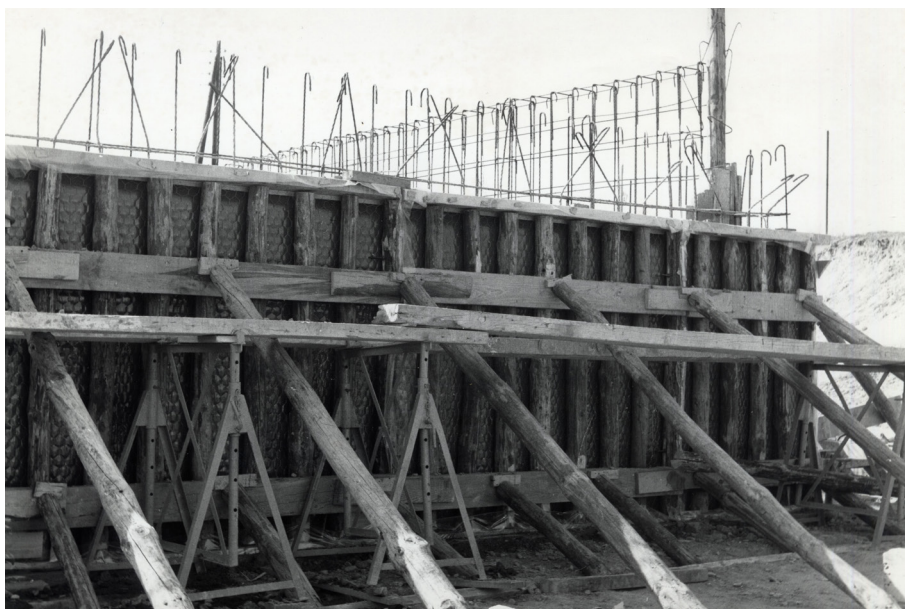
“A estrutura consistia em elementos de um metro de largura e quase dois metros de altura que estão ligados por uma catenária⁸⁷ dos cabos do pós-esforço. Mas pós-esforço é uma técnica difícil e eu precisava da pessoa certa para o fazer; aqui conheci Ricardo Barredo, que tinha a patente para ancoragens e para a injeção dos revestimentos dos cabos, que é a parte mais difícil. As vigas eram montadas ao instalar um “cavalete” à altura final da estrutura da cobertura; assim que os cabos eram colocados num revestimento metálico, eram depois esticados de ambos os lados até alcançarem o esforço final. Depois de instalar as ancoragens injetava-se, finalmente, o cimento para evitar a corrosão dos cabos de aço.”⁸⁸

A terceira variante, e que constitui a novidade neste conjunto, são as peças que integram a maior parte dos panos de parede do edifício. Este edifício foi uma das primeiras experiências de Fisac nesta nova técnica de cofragem. Pretendia explorar ao máximo as potencialidades formais do betão e da sua maleabilidade ao experimentar diferentes tipos de cofragem.

Fisac tinha o desejo de libertar o betão das típicas cofragens de madeira

⁸⁷ Curva plana que representa a curva formada pelo peso de um fio flexível suspenso em duas extremidades, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, 2008-2021, < <https://dicionario.priberam.org/caten%C3%A1ria> > consultado em 09-09-2022

⁸⁸ SA, in AV Monografias 101: Miguel Fisac, 2003, pág. 66



A125



A126



A127

A125 Estrutura de suporte da cofragem de betão

A126 Cofragem do betão com recurso a uma rede plástica revestida de plástico para obter o carácter plástico do betão e um efeito “almofadado”

A127 Estudio Miguel Fisac e a apropriação dos carros

e substituiu-as por telas de plástico presas por arames que desenhavam diferentes padrões e davam uma sensação de suavidade e uma aparência acolchoada a um material duro. *“A obsessão por dar ao betão uma aparência coerente com a sua origem fluida toma forma em painéis de arestas arredondadas e texturas acolchoadas.”*⁸⁹ No processo de construção deste tipo de fachada era colocado um plástico dentro das duas cofragens e eram adicionados os arames de reforço a desenhar os contornos da estereotomia. Fisac experimentou vários tipos de padrões e explorava esta repetição nos planos de parede ao colocar os arames de diferentes formas, explorando as variantes deste novo processo de cofragem.

No caso específico deste escritório em Cerro del Aire em Madrid, as paredes foram betonadas *in situ*. Contudo, numa experiência posterior, Fisac conseguiu também aplicar esta técnica a um processo de construção pré-fabricado, tendo cofrado estas peças previamente em estaleiro e levado para uma montagem simples em obra, como é possível ver na sua obra *“Hotel Tres Islas”* em Fuerteventura.

Fisac introduziu uma outra inovação na sua obra, no que toca ao acabamento dos vãos. Aplicou os caixilhos na obra utilizando um neoperene e evitando o uso de caixilharias. O vão ficava mais minimalista e apenas com o vidro visível. É uma experiência que acabou com um resultado positivo, do ponto de vista de Fisac, uma vez que foram aplicados, posteriormente, noutras obras do arquiteto.

*“O último estúdio em Cerro del Aire – usado regularmente entre 1971 e 1977– fecha o círculo biográfico, resumindo as três fases do arquiteto: a mobília do seu primeiro escritório, os ossos do telhado, e as cofragens flexíveis das paredes; o amor (amor, claro, mas também afecto) do último Fisac expressa-se num interior íntimo aberto às vistas: o mesmo exterior cuja luz da neve incide sobre a porta de madeira e na ordem flácida do mestre impassível.”*⁹⁰

Esta obra de Fisac, que introduz o período final da sua carreira, pode ser caracterizado como uma síntese do seu trabalho e da sua carreira, ao englobar todas as diferentes fases da sua vida profissional num só edifício. É um conjunto onde incorpora mobílias do seu início de carreira e associadas à sua primeira prática profissional, as características peças “ósseas” de pré-fabricados pós-esforçados para cobrir grandes vãos de cobertura e as paredes acolchoadas, resultantes da cofragem moldável que surge na parte final da sua carreira.

⁸⁹ *Id.*, pág. 98

⁹⁰ *Id.*, pág. 94



A128

A128 Instalação do Mameluca Studio chamada Guacho Nest, é feita de madeira usada, fibra de côco, redes de pesca reutilizadas e reflete sobre a humanidade e a forma dos pássaros fazerem as suas casas.



A129

A129 Material feito de Mycelium, um material que pode, potencialmente, substituir os derivados do plástico que se usam como isolantes atualmente



A130

A130 Estrutura de tijolo oco feita por Óceane Romanet, baseada no saber popular que serve como sistema de arrefecimento



A131

A131 Material feito por Woojai Lee através de jornais reciclados que pode ser usado como mobília

Todas estas fotos foram tiradas na exposição "It's our F***ing Backyard" no Stedelijk Museum

CAMINHOS PARA NOVAS ARQUITECTURAS

Reflexão sobre potenciais materiais construtivos e análise de projectos em CLT, à luz da sistematização de conhecimento adquirido

Após esta análise dos casos de estudo e de um “recapitular” de todos estes importantes arquitetos e as suas versões e opiniões sobre o tema da pré-fabricação, o essencial, ou o mais importante, é estudar as suas experiências, interpretá-las e adaptá-las ao contexto e ao panorama atuais.

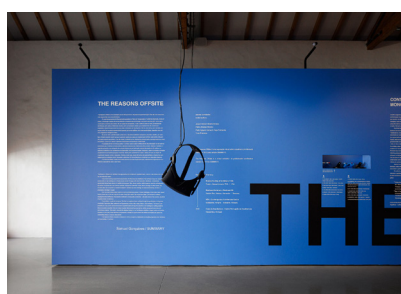
Já são mais que evidentes os sinais das alterações climáticas e já se fazem sentir muitos dos seus efeitos no nosso dia-a-dia; e a tendência é para um agravamento desta realidade. Vivemos, de facto, num estado de Emergência Climática. Sabemos, também, que a indústria da construção, onde o arquiteto tem um papel fulcral, é uma das indústrias que mais CO² emite para a atmosfera, especialmente, no fabrico e transportes de materiais como o betão armado e o aço, para além das enormes quantidades de água necessárias para o seu fabrico. Apesar de o betão ser um material que tem vindo a ser colocado em causa, não se deve desprezar o seu contributo nem questionar as suas lições em construções pré-fabricadas; é sempre pertinente perceber e aprender a partir das principais questões com que estes autores lidaram ao longo dos anos, pois com certeza irão ter relevância no futuro e poderão até ser algumas das problemáticas que poderemos vir a lidar com novos materiais.

É necessário alterar o uso dos materiais mais comuns, e saber tirar vantagens dos potenciais novos materiais que têm vindo a surgir e cujo debate está na ordem do dia. Aquando de uma visita à Holanda, pude presenciar uma exposição no Stedelijk Museum, chamada *“It’s our F***ing Backyard. Designing Material Futures”* onde o foco é, claramente, o potencial e o estudo de novos materiais, não apenas em arquitetura, mas também em peças de design e até moda. No mesmo ano, separadas por meses, houve em Portugal, na Casa da Arquitectura, uma exposição em que o tema central era arquitetura pré-fabricada, com uma intenção de questionar e, talvez, repensar a construção tradicional, e, tal como se tentou na fase inicial desta tese, recuperar experiências do passado para aplicá-las em contexto atual, ao trazer, de novo, a construção pré-fabricada para o debate ideológico e prático da arquitetura. A exposição *“The Reasons Offsite”* defende que há, nesta altura, uma oportunidade de investimento e crescimento, reforçada pela oportunidade que será o PRR ⁹¹, que irá permitir levar a cabo muitas

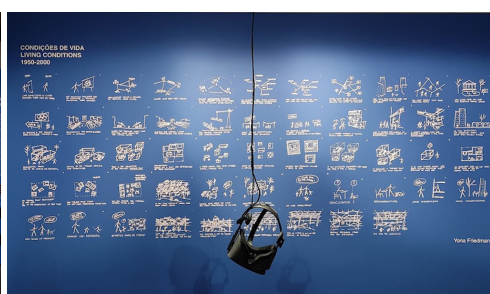
⁹¹ O Plano de Recuperação e Resiliência (PRR) é um programa de aplicação nacional, com um período de execução até 2026, que vai implementar um conjunto de reformas e investimentos destinados a repor o crescimento económico sustentado, após a pandemia, reforçando o objetivo de convergência com a Europa ao longo da próxima década. retirado de < <https://recuperarportugal.gov.pt/> >, acedido a 9/9/2022



A132



A133



A134

A132 e A133 Fotos de Ivo Tavares da exposição "The Reasons Offsite" na Casa da Arquitectura em Matosinhos, com a curadoria do Estudio SUMMARY

A134 Foto de autor desta mesma exposição

mais obras e em prazos de execução relativamente curtos e difíceis de cumprir por métodos de construção tradicionais. Enaltece as vantagens da pré-fabricação por ainda se verificar uma escassez de mão de obra que dificultará ainda mais o processo tradicional. *“The Reasons Offsite propõe uma redescoberta do conceito de pré-fabricação, relembrando fragmentos da história e especulando sobre o seu futuro.”*⁹²

A exposição expõe, ainda, textos de outros autores, que afirmam que o debate entre a construção tradicional e a pré-fabricada é *“essencialmente de processo, porque o fim é igual, em ambos os casos, contruir.”*⁹³ Defende que, hoje em dia, grande parte dos elementos construtivos são feitos em fábrica com rigor e sofisticação nunca vistos, pelo que se deve tirar partido das possibilidades técnicas atuais, rematando e afirmando que *“Agora, mais que nunca, é importante olhar para trás e aprender com aqueles que já exploraram estes caminhos, e deixar que o seu trabalho guie o nosso desenho rumo a uma melhor e renovada arquitetura.”*⁹⁴

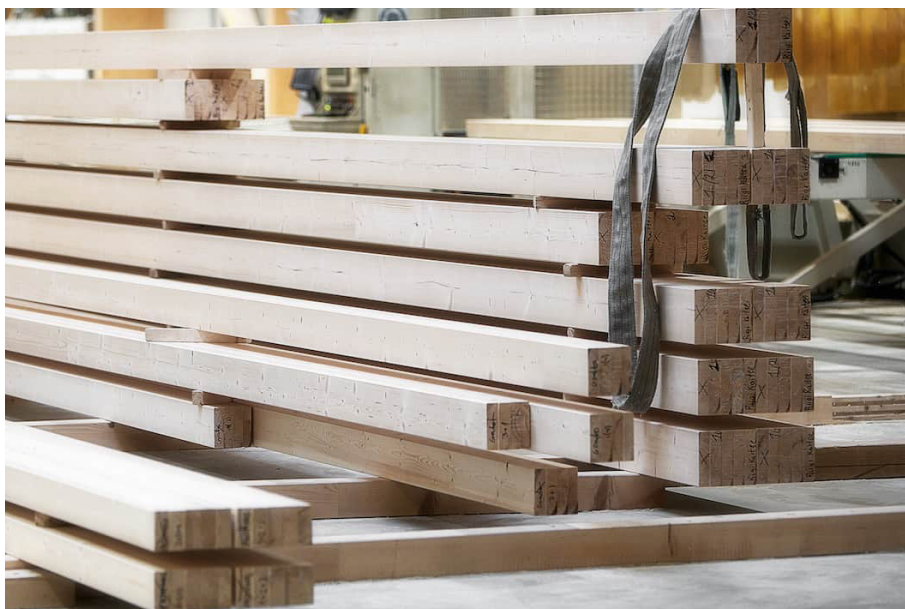
Na exposição *It's our F***ing Backyard. Designing Material Futures* expõem-se vários materiais ou experiências de materialidades. No exemplo relativo a arquitetura, Biblioteca Presidencial Thabo Mbeki, o material utilizado é taipa, enaltecendo a preocupação por fazer arquitetura com materiais da zona geográfica e adaptando-se ao seu contexto construtivo, para além de ser bastante mais ecológico. Refere muitos mais materiais, como Mycellium como potencial material isolante, o uso de vernizes naturais em madeira, tradicionais na Coreia, fibras de côco, materiais reciclados, redes de pesca, jornais reciclados, entre vários outros potenciais materiais de futuro.

Há mais materiais que poderão vir a substituir, ou, pelo menos, reduzir o uso do betão em construção. Por exemplo o Ferrock é um material que surgiu acidentalmente numa experiência de um investigador americano. É um material *“Carbon Negative”* que é feito a partir de resíduos da indústria metalúrgica e, quando misturado com Sílica, enquanto a mistura está húmida, reage com o CO² na atmosfera e absorve-o à medida que vai ganhando rigidez. O material vai-se fortalecendo à medida que o ferro oxida. O material é um potencial substituto do cimento, contudo fala-se que será muito difícil de integrar este material numa prática industrial à grande escala, sendo possível apenas para peças/ produtos de escala reduzida.

⁹² Estúdio SUMMARY in Exposição “The Reasons Offsite” na Casa da Arquitectura, 2022

⁹³ *Id.*

⁹⁴ *Id.*



A135



A136

Foram já referidos vários materiais, muitos deles promissores, mas ainda numa fase experimental. Um dos materiais que se tem destacado mais, e que já começa a ser usado com frequência em alguns países, é o CLT, *Cross Laminated Timber*, que aparece como um substituto do betão armado. “O fabrico e transporte de betão, por si só, são cerca de cinco por cento das emissões de CO² a nível mundial.”⁹⁵ O produto é fabricado de forma a ser, para o mesmo peso, mais forte e pelo menos igualmente resistente ao fogo em comparação com ferro.

O uso da madeira na construção não tem gerado consenso, especialmente em obras de maior dimensão; há vários receios habitualmente apontados ao uso da madeira. Sendo o CLT um produto derivado da madeira, questiona-se, por norma, a sua durabilidade, resistência e as práticas de recolha/colheita (e a ideia que se estará a acelerar o processo de desflorestação).

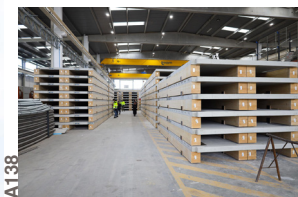
Contudo, e de acordo com o relatório “*Tall Wood Building*” de Michael Green, há algumas ideias preconcebidas que é preciso desmistificar. Também na cultura portuguesa, por exemplo, está pouco disseminada esta ideia de plantar árvores com este objetivo e de replantação, pois nunca se construiu muito em madeira. Apenas existe a (má) experiência do plantar, cortar e replantar eucaliptos para produção de papel. Refere, quanto à desflorestação, que “*Colheita sustentável é a remoção de árvores com replantação, a longo prazo, e a diversificação inerente neste processo de planeamento, a floresta mantém-se uma floresta.*”⁹⁶ Em países ou regiões com tradição de construção em madeira, é comum observar-se esta realidade do plantio e replantio de árvores para cortar, usar em construção, mas voltando sempre a replantar, num ciclo milenar. Deste modo, o uso deste material teria que estar sempre associado a obrigações de gestão sustentável da floresta. Quanto a receios de limitações construtivas da madeira, defende que há milénios que se constrói em madeira, como são exemplo alguns templos no Japão, com mais de 19 pisos que existem e se mantêm de pé há 1400 anos, numa zona muito húmida e altamente sísmica.⁹⁷

Tudo isto levaria também a um maior investimento na plantação, manutenção e cuidado com a floresta, algo que é necessário, vendo-se o abandono a que ela está votada em Portugal, talvez pudesse ser um ponto de partida ou uma ajuda numa nova abordagem à luta contra os incêndios. A floresta contribui para a absorção de CO² e diminui e atenua os efeitos nocivos deste gás no

⁹⁵ Michael Green, in *The Case for Tall Wood Buildings*, 2012, pág. 8

⁹⁶ *Id.*, pág. 27

⁹⁷ *Id.*, pág. 28



A137 Montagem de um painel de fachada pré-fabricado em obra, no Hotel BB Guimarães

A138 Lajes mistas de betão e madeira prontas em armazém

A139 Montagem da madeira e do betão de um painel de laje em fábrica

A140 Foto de obra do Hotel BB Guimarães

A141 e A142 Fotos do interior da obra em progresso do Hotel BB Guimarães

clima. Um produto de madeira que seja usado na construção serve como um “reservatório” de CO² ao longo de todo o seu ciclo de vida, contudo, no fim do ciclo como material de construção, o ideal será reutilizá-lo ou reciclá-lo, mantendo uma economia circular. Caso não se tenha em perspectiva a sua reutilização ou reciclagem, estaremos apenas a adiar a emissão de CO², não a travá-la.

Passando a uma vertente mais técnica, o *Cross Laminated Timber*, tal como o nome indica, é formado por várias camadas de painéis de madeira, “empilhados” alternadamente e coladas a 90°, em que, por norma, se usam entre três a sete painéis na sua composição

O uso da madeira permite uma grande redução do peso do edifício, que se reflete numa considerável poupança de recursos, uma vez que permite aligeirar as fundações e facilitar o transporte das peças.

O processo de fabrico dos componentes em CLT permite um grande rigor, e o processo de montagem, a partir de juntas secas, reúne as condições ideais para ser aplicado em construções pré-fabricadas. No entanto, o planeamento deve ser realizado de forma a evitar que as peças permaneçam muito tempo em obra e expostas à humidade. Apesar disto, o painel pode funcionar como acabamento final, dispensando, deste modo, a aplicação de novos acabamentos.

Vários edifícios já utilizaram este material estrutural e a tendência tem sido a de aumentar o seu uso, quer em obras atuais, quer em concursos internacionais de arquitetura.

Algumas obras pioneiras e de referência no uso de CLT como material estrutural de construções, enaltecidas no relatório de Michael Green, são os Paços do Concelho de Vancouver Norte, que explora o uso de madeira estrutural sob a forma de painéis pré-fabricados, que faz uso do sistema austríaco CREE⁹⁸, um sistema misto de CLT com betão, criado no ano de 2011.⁹⁹

Portugal já assistiu, este ano, à construção do primeiro edifício pré-fabricado misto de madeira com betão. Trata-se do Hotel BB, em Guimarães, que recorre ao sistema de construção CREE. O sistema consiste numa técnica de pré-fabricados misto de betão com madeira Glulam/CLT de estrutura e fachada pré-fabricados. É constituído por vigas de madeira CLT e lâminas

⁹⁸ Sistema de construção híbrida de madeira e betão concebido para construção em altura pré-fabricada e versátil, desenvolvido por uma empresa austríaca homónima (CREE)

⁹⁹ Michael Green, in *The Case for Tall Wood Buildings*, 2012, pág. 34



A143 Vista global da proposta vencedora a concurso do Zentrums Papiermühle do escritório E2A

A144 e A145 Vistas interiores da parte residencial da proposta do escritório E2A

A146 Vista da praça entre os dois volumes da proposta do escritório E2A

A147 Maquete digital da estrutura da proposta do escritório E2A

de betão que assentam por cima. A construtora Casais, que levou a cabo esta obra pioneira em Portugal, defende que o processo industrializado de produção destas peças é mais sustentável e o fabrico em estaleiro mais controlado e seguro. Estas vantagens configuram-se essenciais num modelo económico profundamente extrativo, no qual a indústria da construção é responsável por 37% do consumo de recursos, energia e emissões de CO².

Este sistema permite uma grande flexibilidade espacial, pois apenas prevê a existência de um núcleo forte de betão com uma ou duas peças de travamento, para cumprir com as regulamentações anti-sísmicas. Quanto à protecção contra incêndios, ao contrário do que poderá ser a crença geral, a madeira tem um comportamento bastante previsível em situação de incêndio.

As limitações construtivas subjacentes a este sistema assentam na obrigatoriedade de haver um núcleo forte de betão com uma posição bastante condicionada, e os tamanhos das peças estão limitados a três metros de largura e nove de comprimento.

No entanto, por ser um sistema misto, há uma grande economia de material, em especial, do betão (mais poluente) o que por sua vez contribui para a redução do peso do edifício, que conseqüentemente, leva ao já referido aligeirar das fundações e uma poupança geral de custos, quer seja no material ou no transporte das peças. Tudo isto aliado a um processo de fabrico mais resistente, mais controlado e com melhores acabamentos.

Este sistema permite ainda a reutilização e reciclagem dos seus componentes, promovendo uma economia circular que reduz o desperdício e aumenta a eficiência e o potencial máximo do material de construção.

O próprio processo, neste caso o utilizado pelo Grupo Casais, pode ainda tornar tudo mais eficiente e poupar ainda mais recursos. O uso de softwares BIM, permite que o planeamento do processo construtivo, seja feito à medida que se vão projectando e desenhando os espaços, este processo permite um planeamento, ao minuto, em obra, que assim passa a ser um processo eficiente de montagem. Um treino e formação específicos são essenciais, contudo, permitem uma construção mais rápida, com menos mão de obra e uma obra mais limpa. Tudo isto resulta num processo e produto finais mais barato, mais eficiente, mais sustentável, mais durável e mais flexível.

A par desta obra pioneira em Portugal há já várias obras com CLT noutros países e já começam a ser comuns propostas vencedoras em concursos internacionais com recursos a este material estrutural.



A148 Render interior da proposta de estrutura de madeira apresentada no concurso para o Gymnase du Chablais por Jan Kinsbergen



A149 Maquete de estudo da estrutura de madeira proposta por Jan Kinsbergen



A150 Render geral da volumetria e alçados do edifício proposto por Jan Kinsbergen e o engenheiro Mario Monotti



A151 Simulação da construção e montagem das peças de madeira pré-fabricadas para o concurso do Gymnase du Chablais de Jan Kinsbergen



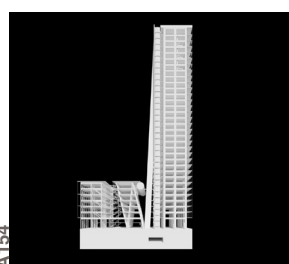
A152 Render interior da proposta apresentada a concurso por Jan Kinsbergen

O *Zentrum Papiermühle* é um dos mais recentes concursos que foi vencido pelo atelier E2A, o concurso, localizado numa zona periférica de Berna, pedia um conjunto de edifícios que respondesse à questão urbana e ao programa misto de espaços comerciais, para uma fábrica de papel, e habitação, em que o escritório E2A edificou em dois volumes. Um edifício em torre que maximiza a área construção permitida, o que possibilita um maior rendimento do espaço; e um edifício mais baixo, horizontal que se relaciona com a torre. Os dois volumes definem uma praça e fazem a ligação entre duas cotas em lados opostos do terreno. Algo bastante interessante na solução é a presença da madeira com um papel estrutural nos edifícios. Ainda que nas memórias descritivas se afirme que a torre é toda em estrutura de betão armado, é possível perceber pelos renders e pelas imagens apresentadas em projeto a intenção do escritório de trazer cada vez mais a madeira para um papel não só estrutural, como também decorativo. No edifício horizontal, a madeira é mesmo utilizada com uma função estrutural. A diferenciação dos materiais serve também como uma separação visual dos programas. O piso térreo deste volume, destinado a um programa comercial é feito em betão armado, enquanto que os pisos superiores, destinados a habitação, têm a sua estrutura feita em madeira. É um belo exemplo, bem enquadrado, proporcionado e desenhado do crescente uso da madeira como material estrutural.

Para além destas obras, o escritório tem também outros projetos levados a concurso como a *Water Police Station em Mythenquai, Zurique* onde aplica um sistema construtivo de peças de betão pré-fabricadas, ou o *Sportzentrum Oerlikon* onde toda a sua estrutura é feita em madeira.

Outro exemplo ainda deste uso da madeira como material estrutural, e também aplicado a um sistema construtivo de peças pré-fabricadas, é o *Campus Santé em Chavannes-près-Renens*, do arquiteto Jan Kinsbergen. O objetivo do concurso era fazer um edifício inserido num “Campus da Saúde”. O júri do concurso considerou essencial a clareza do conceito e as formas geométricas simples e reconhecíveis.

Outro exemplo deste uso da madeira como material estrutural, neste caso, aplicado a um sistema construtivo de peças pré-fabricadas é o concurso para o *Gymnase du Chablais*. Ainda que tenha perdido o concurso, a proposta revela-se muito interessante e, até certo ponto, pioneira no uso de peças pré-fabricadas de madeira estrutural. O projeto está dimensionado para aguentar grandes vãos e ser resistente a atividade sísmica.



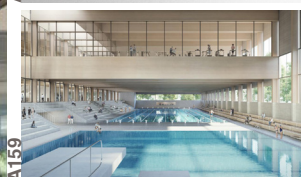
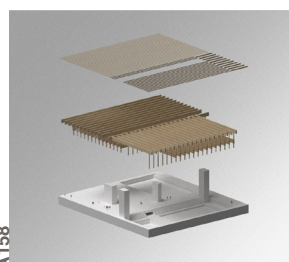
A153 e A155 Renders exteriores da Hochhaus im Winterthur de Bruther e Jan Kinsbergen

A154 Maquete digital da estrutura do projecto para a Hochhaus Winterthur de Bruther e Jan Kinsbergen

A156 Render interior do projecto para a Hochhaus Winterthur de Bruther e Jan Kinsbergen

O arquiteto Jan Kinsbergen defende várias estratégias de sustentabilidade em arquitetura, muitas vezes por uso de materiais diferentes, outras pela leveza das estruturas e da redução ao mínimo essencial dos materiais mais prejudiciais ao ambiente. Um fator ainda mais interessante é o facto de o próprio concurso ter promovido uma estrutura em madeira. Este concurso fechado levou um grupo escolhido de arquitetos a refletirem e projetarem uma solução que fizesse uso de madeira estrutural e em formas de tornar este processo rentável, sustentável, mantendo, ao mesmo tempo, um cuidado e rigor de desenho na sua arquitetura.

A par deste concurso para o *Gymnase du Chablais* arquiteto venceu também agora recentemente um concurso, em parceria com o atelier Bruther, para uma “*Hochhaus in Holz, Winterthur*”, um projeto para uma torre com estrutura de madeira, tem também o projeto do *Campus Santé* em *Chavennes-près-Rennes*, onde usa um sistema leve de pré-fabricados.



A157 Render interior da proposta para o Sportzentrum Oerlikon em madeira estrutural do escritório E2A

A158 Maquete digital da organização espacial e estrutural da proposta

A159 Vista interior da zona da piscina com madeira como elemento estrutural

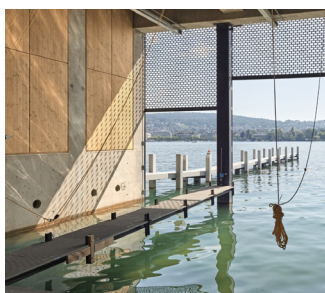
A160 e A161 Renders exterior da proposta onde a materialidade e tectónica da estrutura em madeira se evidencia



A162



A163



A164



A165

A162 Foto da obra Wasserschutz Polizei e o seu enquadramento com a paisagem envolvente, do escritório E2A

A163 Render da proposta para a Wasserschutz Polizei

A164 Vista do interior do cais do barcos e o enquadramento com a paisagem da Wasserschutz Polizei, do escritório E2A

A165 Foto de obra WasserschutzPolizei onde se esta a montar uma viga pré-fabricada sobre os, já assentes, pilares

CONCLUSÃO

A partir de uma curiosidade, nascida em aulas teóricas, mais tarde reavivada com a experiência em Erasmus na Technische Universität Berlin, cresceu o entusiasmo por este tema. O desejo de melhor compreender a pré-fabricação e de estudar e analisar todas as variantes e os detalhes inerentes, aliado às condições atuais foram, também, essenciais para a pertinência deste tema. Há um problema de habitação em Portugal, há uma necessidade de fazer habitação com melhor qualidade, mais rápido e mais barato, nestas circunstâncias é normal que o tema da pré-fabricação volte ao debate contemporâneo da arquitetura. No entanto é necessário perceber o contexto, e perceber porque é que, em Portugal, a pré-fabricação não teve o mesmo sucesso que nos países nórdicos ou anglo-saxónicos, e, com uma atitude crítica, entender que novos desafios se apresentam hoje.

Ainda que construções feitas com sistemas totalmente pré-fabricados não tenha sido prática corrente em Portugal, hoje em dia muitos dos elementos de qualquer obra são pré-fabricados. No entanto, a obra em Portugal tem, ainda, um carácter muito artesanal, em que cada especialista faz a sua parte com base na experiência e no saber oriundos da prática, quase como um artesão. Mas até este artesanato começa a ser posto em causa, há cada vez menos especialistas de obra, derivado de um desinvestimento e desvalorização do ensino profissional e técnico, aliado a uma grande onda migratória destes trabalhadores da construção civil; o cenário em Portugal é de uma escassez de mão-de-obra especializada o que levanta novos desafios nos campos da arquitetura e construção.

A pertinência desta tese está perfeitamente ilustrada na, já referida, exposição *“The Reasons Offsite”*, *“Agora, mais que nunca, é importante olhar para trás e aprender com aqueles que já exploraram estes caminhos, e deixar que o seu trabalho guie o nosso desenho rumo a uma melhor e renovada arquitetura.”* Esta foi a intenção deste estudo: ter uma visão geral das obras e experiências já efetuadas com técnicas de pré-fabricação; estudar, analisar e entender ao detalhe obras que considerámos relevantes e que englobassem diferentes técnicas, e, se calhar de uma forma ousada, ou talvez até dotada de alguma (sempre necessária) ingenuidade, tentar antecipar o futuro e de que modo estes ensinamentos passados poderão ser úteis na resolução dos problemas futuros e na aplicação em novos materiais construtivos.

As condições atuais não são ideais, são evidentes os efeitos do aquecimento global e das alterações climáticas, a nossa sociedade tem por base um modelo económico profundamente extrativo, sendo a indústria da construção responsável por cerca de um terço das emissões mundiais. O arquiteto tem um papel privilegiado para alterar esta situação, há que repensar os métodos tradicionais, e os materiais usualmente utilizados e procurar alternativas.

Para isso, este estudo e esta análise à pré-fabricação, serão apenas úteis se forem aplicados em casos concretos, em projetos, construções ou em concursos, como alguns dos referidos ao longo da dissertação. Por estes motivos penso que a colaboração na participação num concurso de arquitetura desenvolvida pelo escritório Correia/Ragazzi Arquitetos tem uma grande relevância para este tema.

O *“Concurso de Conceção para o Edifício dos Paços do Concelho – Serviços Municipais Acessíveis, Eficientes e Sustentáveis”* promovido pelo Município de Santa Maria da Feira foi lançado com o mote de que *“Pretende-se que o edifício seja uma referência ao nível da sustentabilidade e eficiência energética, através da utilização de energias limpas e renováveis, valorizando conceitos de eficiência passiva, com a aposta em materiais sustentáveis (incluindo a sua produção, colocação e manutenção/conservação) e soluções de “design” que permitam manter as condições de temperatura e conforto com baixo custo energético e conceitos de eficiência ativa, como a gestão integrada e otimização dos sistemas que consomem energia e os sistemas de produção de energia para autoconsumo, assim como a gestão otimizada de consumos de água, com soluções para a sua reutilização ou aproveitamento.”*¹⁰⁰

O próprio programa do concurso incentivava à preocupação pela sustentabilidade quer no uso do edifício quer nos materiais e métodos construtivos utilizados, logo desde a fase de concurso. Num concurso para um equipamento versátil e de dimensões grandes, esta preocupação, desde o início, por parte do promotor, é benéfica para se começar a refletir sobre os problemas atuais e em alternativas aos métodos usados atualmente, ainda que, possivelmente, na altura de atribuir um vencedor ao concurso não exista a coragem ética e política necessária para levar a cabo as soluções um pouco mais radicais, que realmente fariam do

¹⁰⁰ Termos Referência Edifício Dos Paços Do Concelho Serviços Municipais Acessíveis, Eficientes E Sustentáveis

edifício, verdadeiramente, “*uma referência ao nível da sustentabilidade e eficiência energética*” ¹⁰¹ e uma real mudança de paradigma em relação ao que tem vindo a ser feito.

A proposta apresentada a concurso é interessante à luz dos temas que têm sido tratados na dissertação; isto porque, quanto à sua materialidade, a escolha foi a de usar madeira como o principal material estrutural (CLT), o que tem especial relevância por se tratar de um edifício em altura, algo nunca visto em Portugal, mas que começa a ser normal e corrente em países como Suécia, Noruega e Dinamarca. A estrutura permitia, também, que fosse feita a partir de peças pré-fabricadas de madeira, dada a preocupação e o rigor na métrica do desenho tanto em planta como em corte, permitindo deste modo uma construção, naturalmente, a seco; o que iria revelar-se uma grande poupança de tempo em obra, para além de uma simplificação dos processos construtivos. A par disto, há ainda uma preocupação pela eficiência energética e em ter um edifício auto-sustentável energeticamente, para isto, colocaram-se, no desenho do alçado, painéis fotovoltaicos vítreos, que ajudam na métrica no alçado, no controlo da escala do edifício e na autoprodução de energia. Foram também pensados outros sistemas de modo a melhorar a eficiência energética e de recursos do edifício, ao se criar um mecanismo de armazenamento de águas pluviais para ser utilizado para a rega do jardim

Esta aplicação em contexto real, no âmbito de um concurso é um exemplo concreto, uma tentativa pioneira de mudar ou alargar o espectro da construção em Portugal e lançar “a primeira pedra” para o que seria um dos objetivos desta dissertação: aplicar a sistematização do conhecimento já produzido e adquirido com vista à sua utilização nas construções de um futuro, que se espera, próximo.

¹⁰¹ Termos Referência Edifício Dos Paços Do Concelho Serviços Municipais Acessíveis, Eficientes E Sustentáveis

BIBLIOGRAFIA

Livros

A. T. SMITH, Elizabeth, Case Study Houses, Cologne, Taschen, 2002

ARQUES SOLER, Francisco, Miguel Fisac, Madrid, Pronaos, 1996
(Colección Arquitecturas-Estudio)

BERDINI, Paolo, Walter Gropius, Barcelona, Gustavo Gili, 1986

BOYCE, Robert Piper, Keck and Keck, Nova Iorque, NY: Princeton Architectural Press, 1993

BUSSEL, Abby, SOM evolutions : recent work of skidmore, Owings & Merrill, Basel, Birkhäuser, 2000

CORREIA, Graça, Ruy D'Athouguia, Edições Afrontamento, 2018

GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti: la tettonica dell'assemblaggio - Angelo Mangiarotti: the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015

GROPIUS, Walter, The New Architecture and the Bauhaus, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1971 (4ª edição; a 1ª edição foi em 1965)

HYMAN, Isabelle, Marcel Breuer, architect: The career and the buildings, Nova Iorque, Harry N. Abrams, 2001

KRINSKY, Carol Herselle et al. Gordon Bunshaft of Skidmore, Owings & Merrill. New York, New York: Architectural History Foundation, 1988

LAVALOU, Armelle, Conversas com Jean Prouvé, Barcelona, Gustavo Gili, 2005

MANGIAROTTI, Angelo, and Enrico D. Bona. Angelo Mangiarotti: il processo del costruire. Milão, Electa, 1980

NERDINGER, Winfried, Walter Gropius : opera completa, Milão, : Electa, 1988 VEGESACK, Alexander von, Jean Prouvé : die Poetik des technischen Objekts ; [Ausstellung], 1ª Edição, Vitra-Design-Museum, 2006

PERÉZ-MÉNDEZ, Alfonso, Craig Ellwood: con el espíritu de la época, Barcelona, Gustavo Gili, 2002

PROUVÉ, Jean. Jean Prouvé : La Poetica Dell'oggetto Tecnico = The Poetics of the Technical Object. Milano: Skira, 2007

SA, Walter Gropius : projectos e construções, Lisboa, FCG 1906-1969, 1975

SIZA, Álvaro, Imaginar a Evidência, 1ª Edição, Lisboa, Edições 70, 2020

SIZA, Álvaro, 01 Textos, Lisboa, Parceria A. M. Pereira, 2019

ZUMTHOR, Peter, Atmósferas, 1ª Edição, Barcelona, Editorial Gustavo Gili SL, 2006

Revistas

2G: Craig Ellwood; Nº 12, Gustavo Gili, 1999

2G: Muoto; Nº 79, Editorial GG, 2020

A+U: E2A - Strategic Methodologies, Nº 605, editor: Nobuyuki Yoshida, A+U Publishing Co.

Arquitectura Viva, Nº 223, diretor: Luis Fernández-Galiano, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2020

Arquitectura Viva, Nº 216, diretor: Luis Fernández-Galiano, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2019

AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003

AV Monografías 201: Francis Kéré, diretor: Luis Fernández-Galiano, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2018

av proyectos, Nº 087, diretor: Luis Fernández-Galiano, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2018

Dissertações

COSTEIRA, Luís Miguel Pinto, José Carlos Loureiro: Arquitetura e Paisagem Urbana, Porto, FAUP, 2021

GREEN, Michael, The Case for Tall Wood Buildings, 2012

MALATO, Ana Rute, Francisco F. Melo e Jorge Gigante: A tradição não tem cobertura em telha, Porto, FAUP, 2020

PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012

TEIXEIRA, Joaquim José Lopes, Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX, Porto, 2004

CABRAL, Francisco Afonso de Pina, Reflexão sobre projecto em zona planeada. Bairro habitacional - Barragem de Miranda do Douro, Porto, FAUP, 2020

Websites

<https://jankinsbergen.ch/>

<https://afasiaarchzine.com>

<https://edificio sustentaveis.casais.pt/>

<https://cltfactory.com/>

<https://casadaarquitectura.pt>

<https://mitp-arch.mitpress.mit.edu>

<https://www.som.com>

<https://competitions.espazium.ch/de>

Exposições

Exposição “The Reasons Offsite”

Exposição “It’s our F***ing Backyard! Designing material futures”

Exposição “Abitare la Costa / 1933-1964”

Arquivos da Fundação Fisac

ÍNDICE DE IMAGENS

- A000** TEIXEIRA, Joaquim José Lopes, Descrição do Sistema Construtivo da Casa Burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX, Porto, 2004, p.
- A001** Capa da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A002** Página 34 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A003** Página 28 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A004** Página 27 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A005** Anúncio na Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A006** Página 55 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A007** Página 99 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A008** Página 37 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A009** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/otp0mh38/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A010** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/5nuy76j6/release/1> acedido a 9/9/2022
- A011** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/otp0mh38/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A012** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/otp0mh38/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A013** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/otp0mh38/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A014** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/5nuy76j6/release/1> acedido a 9/9/2022
- A015** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/otp0mh38/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A016** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/039mb6ku/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A017** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/039mb6ku/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A018** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/5nuy76j6/release/1> acedido a 9/9/2022
- A019** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/5nuy76j6/release/1> acedido a 9/9/2022
- A020** <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/otp0mh38/release/1?readingCollection=209f27d1> acedido a 9/9/2022
- A021** Página 56 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A022** Página 57 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A023** Página 56 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944

- A024** Página 57 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A025** Página 56 da Revista L'Architecture D'Aujourd'Hui, nº4 de 1944
- A026** BOYCE, Robert Piper, Keck and Keck, Nova Iorque, NY: Princeton Architectural Press, 1993, pág. 86
- A027** BOYCE, Robert Piper, Keck and Keck, Nova Iorque, NY: Princeton Architectural Press, 1993, pág. 86
- A028** Keck & Keck
- A029** Keck & Keck
- A030** Keck & Keck
- A031** Capa da Revista Arts and Architecture de Julho de 1944, dedicada à pré-fabricação <https://saltmillshop.co.uk/products/arts-architecture-cover-print-july-1944-by-charles-ray-eames> acedido a 9/9/2022
- A032** 2G: Craig Ellwood; Nº 12, Gustavo Gili, 1999, pág 27
- A033** 2G: Craig Ellwood; Nº 12, Gustavo Gili, 1999, pág 20
- A034** 2G: Craig Ellwood; Nº 12, Gustavo Gili, 1999, pág 17
- A035** 2G: Craig Ellwood; Nº 12, Gustavo Gili, 1999, pág 102
- A036** <https://twitter.com/areasvellas/status/1469808240905043970/photo/1> acedido a 9/9/2022
- A037** <https://twitter.com/areasvellas/status/1469808240905043970/photo/1> acedido a 9/9/2022
- A038** <https://twitter.com/areasvellas/status/1469808240905043970/photo/1> acedido a 9/9/2022
- A039** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 177
- A040** <https://www.som.com/projects/yale-university-beinecke-rare-book-and-manuscript-library/> acedido a 10/9/2022
- A041** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 177
- A042** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 176
- A043** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 178
- A044** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estructura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 178
- A045** AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 57
- A046** AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 57
- A047** <https://www.tiovivocreativo.com/blog/arquitectura/miguel-fisac-el->

arquitecto-de-las-iglesias/ acedido a 10/9/2022

A048 <https://www.tiovivocreativo.com/blog/arquitectura/miguel-fisac-el-arquitecto-de-las-iglesias/> acedido a 10/9/2022

A049 AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 103

A050 AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 68

A051 AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 68

A052 AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 68

A053 AV Monografías 101: Miguel Fisac, diretor: Luis Fernández-Galiano, editora: Adela García-Herrera, Madrid: Arquitectura Viva SL, 2003, pág. 109

A054 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 12

A055 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 58

A056 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 26

A057 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 26

A058 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 40

A059 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 11

A060 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 159

A061 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 123

A062 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 123

A063 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio

= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 123

A064 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 115

A065 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 58

A066 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 89

A067 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 88

A068 Exposição "Abitare la Costa/1933-1964"

A069 Exposição "Abitare la Costa/1933-1964"

A070 Exposição "Abitare la Costa/1933-1964"

A071 Exposição "Abitare la Costa/1933-1964"

A072 PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 19

A073 PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 150

A074 PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 150

A075 Fisac Foundation

A076 Fisac Foundation

A077 PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 19

A078 <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022

A079 <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022

A080 PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 219

A081 <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022

A082 <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022

A083 PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y

- Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 334
- A084** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 321
- A085** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 326
- A086** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 318
- A087** ALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 318
- A088** <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022
- A089** <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022
- A090** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 319
- A091** <http://rwarchitextures.blogspot.com/2011/06/i-can-can.html> acedido a 10/9/2022
- A092** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 301
- A093** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 331
- A094** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 231
- A095** PALERMO, H. Nicolás Sica, Forma y Tectonicidad: Estrutura y Prefabricación en la obra de Gordon Bunshaft, Barcelona: UPC, 2012 pág. 231
- A096** GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 144
- A097** GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 149
- A098** GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 149
- A099** GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 150
- A100** GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio = Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad. Press, 2015, pág 147

A101 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 139

A102 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 147

A103 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 140

A104 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 140

A105 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 141

A106 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 140

A107 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 140

A108 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 143

A109 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 148

A110 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 146

A111 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 145

A112 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 145

A113 GRAF, Franz et al. Angelo Mangiarotti : la tettonica dell'assemblaggio
= Angelo Mangiarotti : the tectonics of assembly. Mendrisio: Mendrisio Acad.
Press, 2015, pág 151

A114 Fisac Foundation

A115 Fisac Foundation

- A116** Fisac Foundation
- A117** Fisac Foundation
- A118** Fisac Foundation
- A119** Fisac Foundation
- A120** Fisac Foundation
- A121** ARQUES SOLER, Francisco, Miguel Fisac, Madrid, Pronaos, 1996
(Colección Arquitecturas-Estudio)
- A122** Fisac Foundation
- A123** Fisac Foundation
- A124** Fisac Foundation
- A125** Fisac Foundation
- A126** Fisac Foundation
- A127** Fisac Foundation
- A128** Foto de Autor
- A129** Foto de Autor
- A130** Foto de Autor
- A131** Foto de Autor
- A132** <https://casadaarquitectura.pt/pt/programacao/exposicoes/the-reasons-offsite-2022-09-25/> acedido a 10/9/2022
- A133** <https://casadaarquitectura.pt/pt/programacao/exposicoes/the-reasons-offsite-2022-09-25/> acedido a 10/9/2022
- A134** Foto de autor
- A135** <https://cltfactory.com/> acedido a 10/9/2022
- A136** <https://cltfactory.com/> acedido a 10/9/2022
- A137** <https://edificio sustentaveis.casais.pt/> acedido a 10/9/2022
- A138** <https://edificio sustentaveis.casais.pt/> acedido a 10/9/2022
- A139** <https://edificio sustentaveis.casais.pt/> acedido a 10/9/2022
- A140** <https://edificio sustentaveis.casais.pt/> acedido a 10/9/2022
- A141** <https://edificio sustentaveis.casais.pt/> acedido a 10/9/2022
- A142** <https://edificio sustentaveis.casais.pt/> acedido a 10/9/2022
- A143** <https://afasiaarchzine.com/2022/05/e2a-zentrum-papiermuhle-ittigen/>
acedido a 10/9/2022
- A144** <https://afasiaarchzine.com/2022/05/e2a-zentrum-papiermuhle-ittigen/>
acedido a 10/9/2022
- A145** <https://afasiaarchzine.com/2022/05/e2a-zentrum-papiermuhle-ittigen/>
acedido a 10/9/2022
- A146** <https://afasiaarchzine.com/2022/05/e2a-zentrum-papiermuhle-ittigen/>

acedido a 10/9/2022

A147 <https://afasiaarchzine.com/2022/05/e2a-zentrum-papiermuhle-ittigen/>
acedido a 10/9/2022

A148 <https://afasiaarchzine.com/2021/05/kinsbergen-urbaite-klemmer-sports-hall-chablais/#more-230787> acedido a 10/9/2022

A149 <https://afasiaarchzine.com/2021/05/kinsbergen-urbaite-klemmer-sports-hall-chablais/#more-230787> acedido a 10/9/2022

A150 <https://afasiaarchzine.com/2021/05/kinsbergen-urbaite-klemmer-sports-hall-chablais/#more-230787> acedido a 10/9/2022

A151 <https://afasiaarchzine.com/2021/05/kinsbergen-urbaite-klemmer-sports-hall-chablais/#more-230787> acedido a 10/9/2022

A152 <https://afasiaarchzine.com/2021/05/kinsbergen-urbaite-klemmer-sports-hall-chablais/#more-230787> acedido a 10/9/2022

A153 <https://jankinsbergen.ch/> acedido a 10/9/2022

A154 <https://jankinsbergen.ch/> acedido a 10/9/2022

A155 <https://jankinsbergen.ch/> acedido a 10/9/2022

A156 <https://jankinsbergen.ch/> acedido a 10/9/2022

A157 <https://www.e2a.ch/projects/public-buildings/sportzentrum-oerlikon#/page1> acedido a 10/9/2022

A158 <https://www.e2a.ch/projects/public-buildings/sportzentrum-oerlikon#/page1> acedido a 10/9/2022

A159 <https://www.e2a.ch/projects/public-buildings/sportzentrum-oerlikon#/page1> acedido a 10/9/2022

A160 <https://www.e2a.ch/projects/public-buildings/sportzentrum-oerlikon#/page1> acedido a 10/9/2022

A161 <https://www.e2a.ch/projects/public-buildings/sportzentrum-oerlikon#/page1> acedido a 10/9/2022

A162 <https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/bauten/bauten-realisiert/wasserschutzpolizei-mythenquai.html> acedido a 10/9/2022

A163 <https://www.e2a.ch/node/110#/page4/> acedido a 10/9/2022

A164 <https://www.stadt-zuerich.ch/hbd/de/index/hochbau/bauten/bauten-realisiert/wasserschutzpolizei-mythenquai.html> acedido a 10/9/2022

A165 <https://www.bp-baurealisation.ch/de/projekte/wasserschutzpolizei-mythenquai/> acedido a 10/9/2022

A166 Imagem cedida pelo escritório Correia/Ragazzi Arquitetos

A167 Imagem cedida pelo escritório Correia/Ragazzi Arquitetos

A168 Imagem cedida pelo escritório Correia/Ragazzi Arquitetos

A169 Imagem cedida pelo escritório Correia/Ragazzi Arquitetos

A170 Imagem cedida pelo escritório Correia/Ragazzi Arquitetos

[illegible]

ANEXO

Concurso De Conceção

Proposta para Edifício Dos Paços Do Concelho
Serviços Municipais Acessíveis, Eficientes e Sustentáveis
Município de Santa Maria da Feira

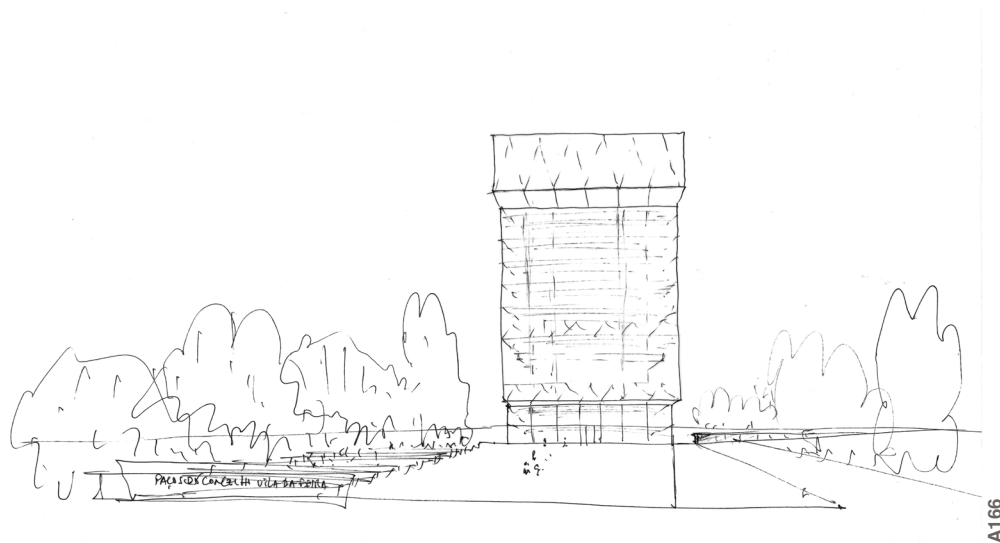
1. O SÍTIO

Encontramos, numa cidade consolidada e plena de História, um lugar por desenhar imerso em referências extraordinárias às quais se irá referir o novo Edifício dos Paços do Concelho: Uma significativa presença humana, a proximidade e relação visual com os elementos da centralidade de Santa Maria da Feira, autênticos ícones e de enorme visibilidade como o Castelo, a Misericórdia e a Sé, numa excelente exposição solar, horizonte e bons acessos viários. Ficaram assim muito evidentes, quando visitámos o local, os critérios orientadores na concepção do projecto:

- tomar partido da História e Património para a colocação do edifício no terreno;

- integrar a panorâmica do “morro vegetal” que recebe o Castelo; usufruir da exposição solar e desafoço do terreno, abrindo-o à cidade num lugar que a abraça envolvida por um jardim que, ao limitar, também acolhe;

Em síntese, expandir a relação visual com o território envolvente, protagonizando, na própria forma do edifício – uma Torre -, a capacidade de integração na envolvente numa ideia de coesão com a malha urbana e numa relação fluida e articulada ao núcleo central, histórico e aos referidos equipamentos públicos próximos.



A166



A166 Esquisso da praça e entrada principal

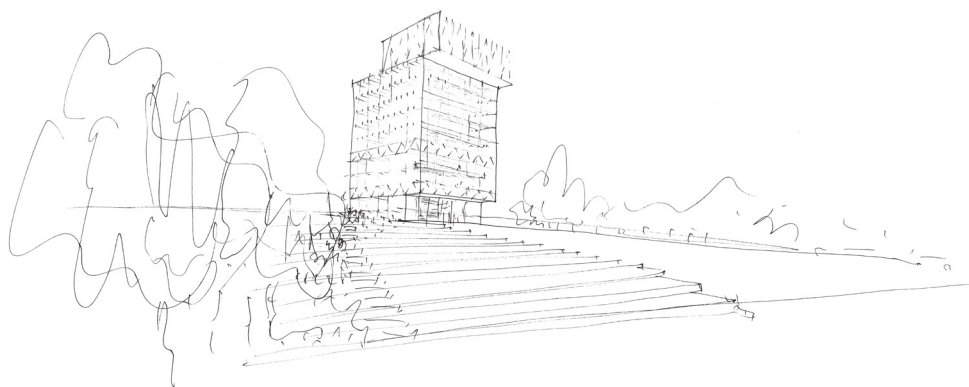
A167 Render Geral do edifício

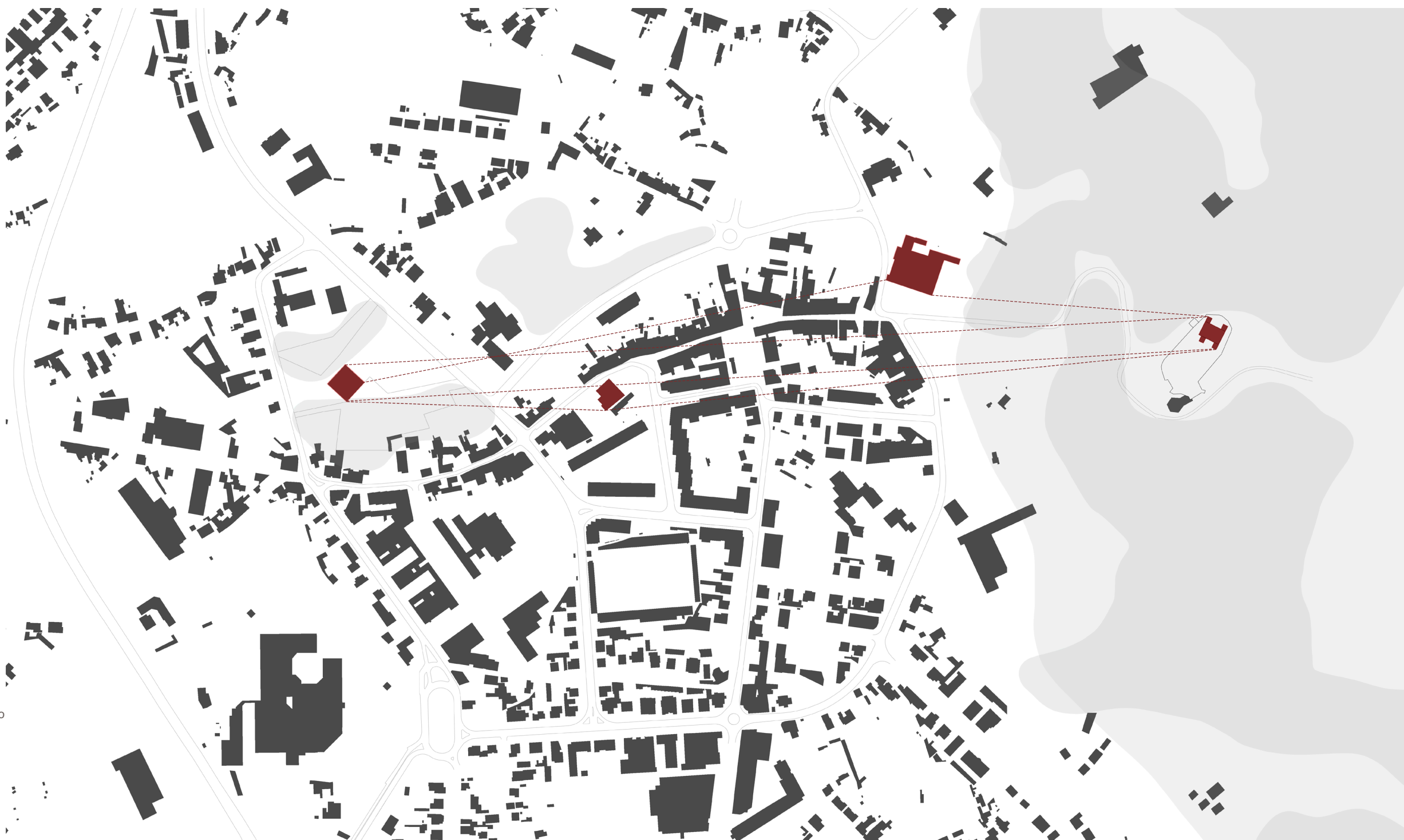
A167

2. NOVA GRANDE PRAÇA do Município

Desde logo o enquadramento paisagístico de grande simbolismo Histórico e Patrimonial, a dimensão e a forma do terreno sugeriam uma grande praça aberta ao colectivo, capaz de se tornar no Polo dinamizador do município. Praça sempre foi, também, metáfora da própria cidade, do encontro, de festa, do comércio e das relações humanas. “Vou à praça” significa ir ao mercado e como sabemos muitas praças começam por ser terreiros, campos (“campo da vinha”, campo do olival, etc.).

A praça funcionará como o “grande palco exterior do município” capaz de agregar a vitalidade do seu centro histórico, a ele referida. Dada a sua espacialidade permitirá receber os vários eventos culturais sendo apoiada por um anfiteatro exterior. Temos assim reunidas condições únicas: a Câmara Municipal abre-se à cidade através de uma Nova Grande Praça, fundindo-se com a proposta de arborização contígua e a própria cidade - a Praça do Município.





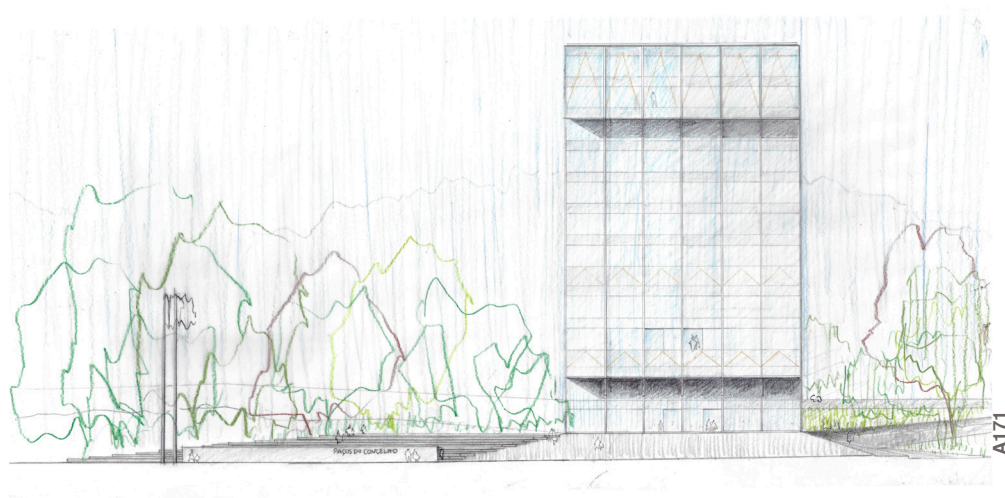
A168 Esquisso do auditório, da praça, edifício e jardim

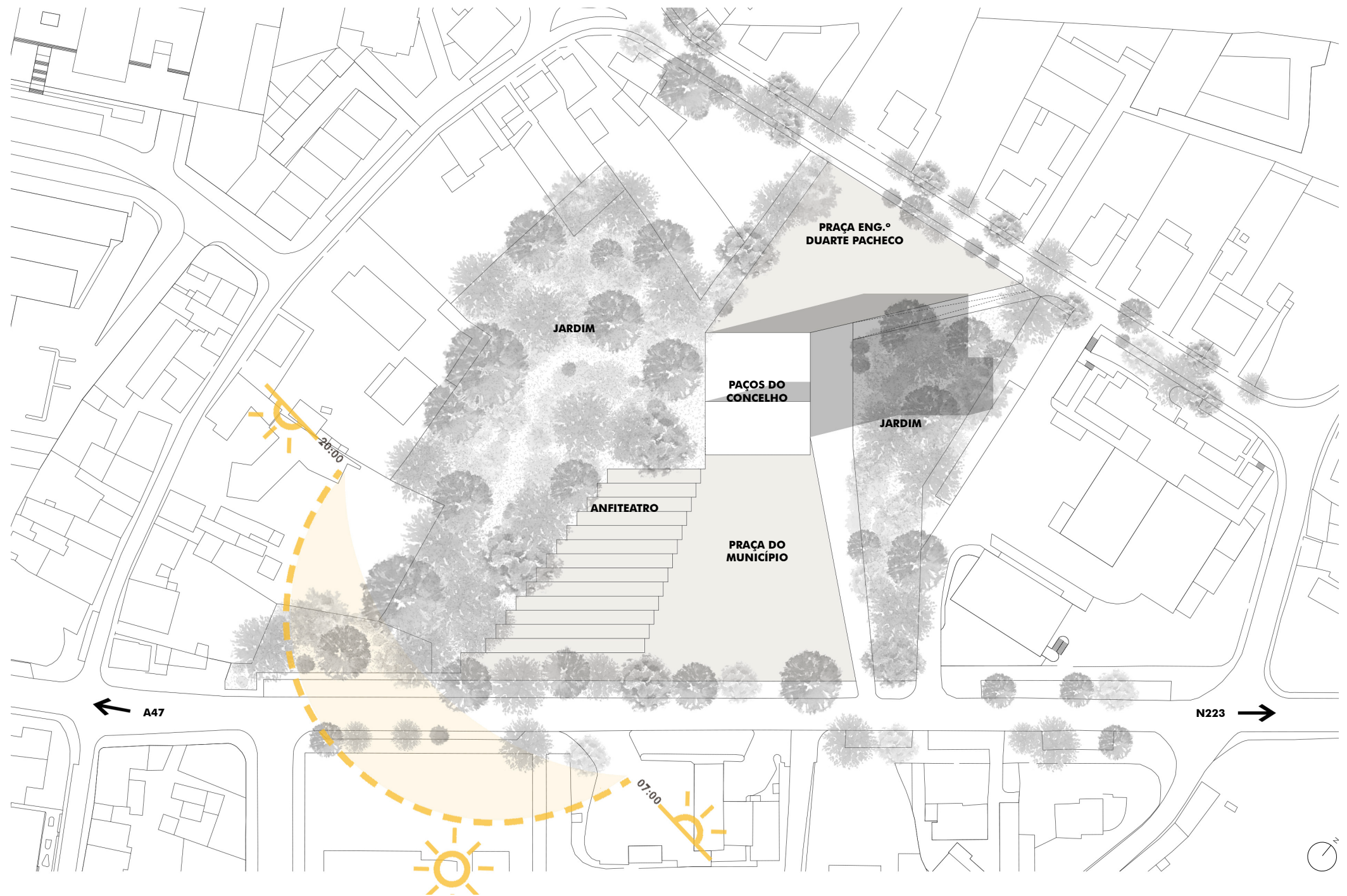
A169 Perfil de relação da proposta com os marcos da cidade

A170 Planta de Enquadramento 1:5000

3. O JARDIM

O jardim nasce como um elemento definidor e caracterizador da Praça estabelecendo uma relação directa com a torre e o território envolvente (Quinta do Castelo), promovendo uma zona de lazer pública complementar às actividades que a Praça alberga. O uso privilegiado de espécies autóctones permitirá uma fácil integração e um crescimento saudável e sustentável da massa verde, capaz de reduzir significativamente as necessidades de irrigação e manutenção, salvaguardando recursos hídricos valiosos garantindo simultaneamente a mitigação dos efeitos de ilha de calor. Toda a praça estará equipada com sistemas de recolha e armazenamento das águas pluviais, que serão, posteriormente, reutilizadas para a rega e manutenção do jardim, protagonizados por um espelho de água ali desenhado. As espécies escolhidas para a criação do jardim pretendem também promover a diversidade e o equilíbrio, integrando-se pela sua natureza autóctone, nas já existentes da Quinta do Castelo e na Mata das Guimbras, como o Abeto-de-douglas, a Aveleira, o Bordo (o da Noruega e o Bordo-do-Japão), as Camélias, os Carvalhos (o alvarinho e o americano, o Car-valho-das-telhas ou Carvalho-escarlata), os Castanheiros, os Cedros (o do atlas e o do líbano), os Choupos e as Criptomérias. E não poderão faltar as expressivas Faia-de-folhas-vermelhas, os Liquidâmbar, Lódãos ou as Magnólia-de-flores-grandes; os Metrosíderos, os Pinheiros e os Plátanos, os Sobreiro e as Tílias. Escolhas rigorosas com o objectivo de garantirem o necessário equilíbrio entre espécies perenes e caducas e a harmonia na sua velocidade de crescimento. Ainda a sua valorização cromática na relação com a geometria da Torre.



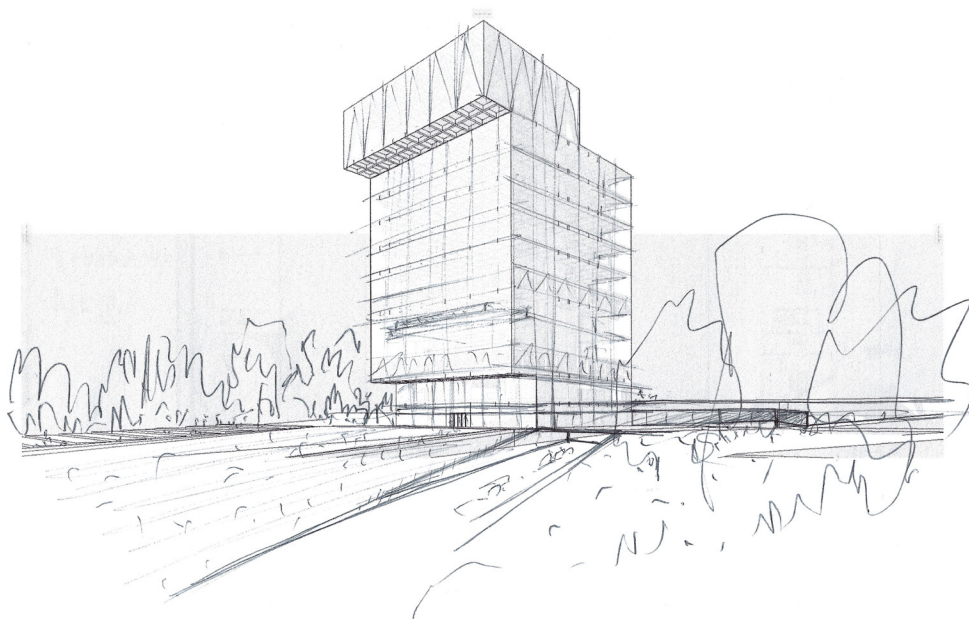


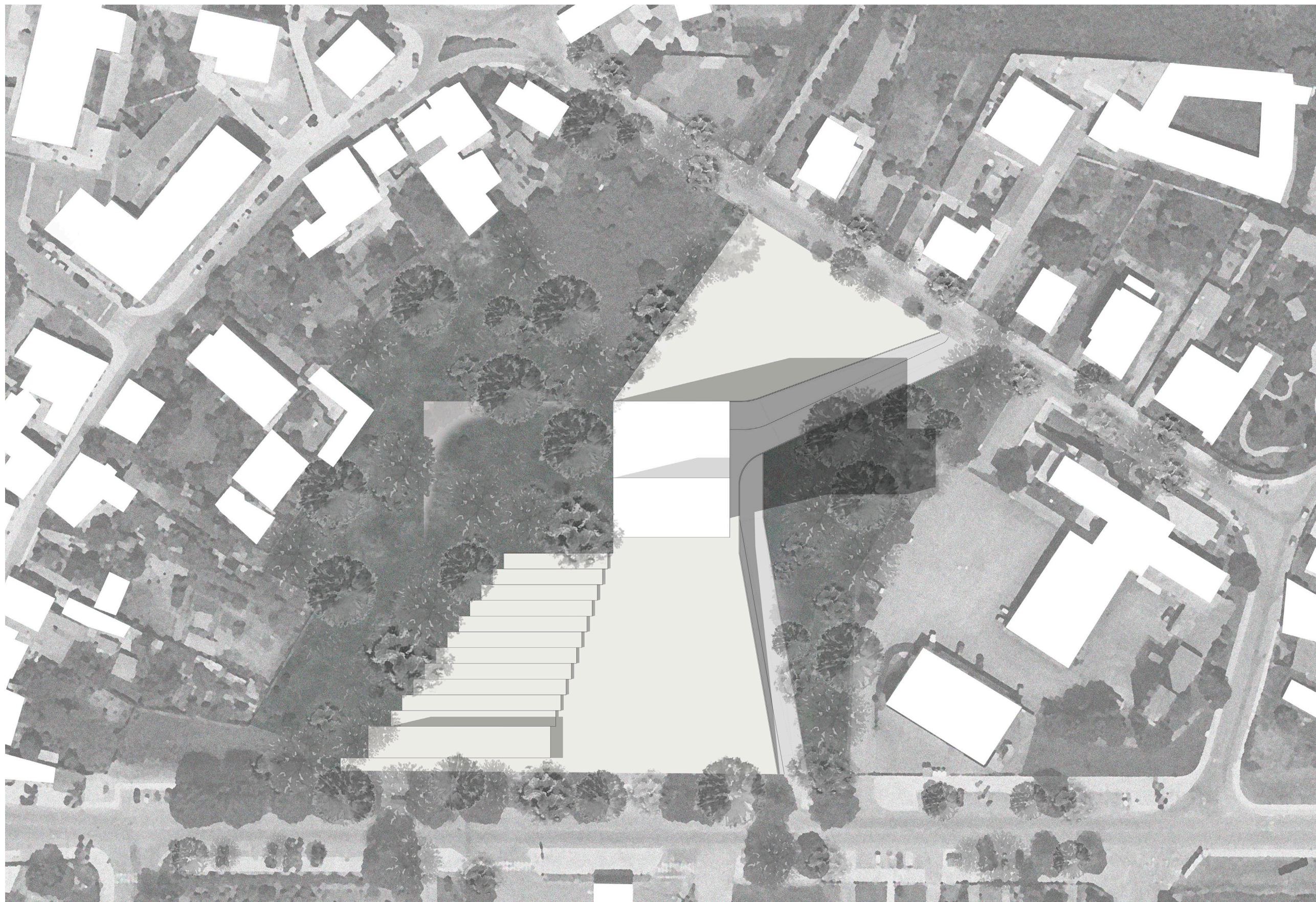
A171 Esquisso do alçado sul da proposta

A172 Planta de implantação e orientação solar escala 1:1000

4. A TORRE

De modo a potenciar o uso do solo numa praça e jardim de áreas consideráveis e adequadas à sua função, a solução de concentrar o programa num edifício em Torre pareceu-nos evidente para criar uma cidade vertical, de convergência nos princípios e na forma. Uma torre que assinala no skyline da cidade a presença deste importante equipamento. Uma torre luminosa e emblemática de serviços e ao serviço da Câmara Municipal e da população de Santa Maria da Feira. Uma escultura viva - porque será habitada e construída com a matéria que permitirá a redução máxima da pegada de carbono, com madeira certificada, e porque, apesar da sua geometria regular, terá a cor imprevisível da vida, da luz solar, do reflexo do centro histórico e do colectivo na praça. Todos, espelhados nas suas fachadas. Na base desta torre encontramos uma escada que se interpreta como o centro do município, e na grande abertura do seu vão articula as duas entradas e os dois grandes elementos verticais que permitem a distribuição de todos os seus programas principais: A Entrada o Balcão Único, o Átrio Expositivo, o Refeitório, o Auditório/Assembleia, a Varanda Presidencial e o Foyer, os Serviços, a Vereação e a Presidência. Os dois elementos verticais concentram as circulações (em escada e elevadores) e, ainda, estrutura e infraestrutura, onde se situam os quartos de banho de apoio a todos os pisos. A estes elementos de forte presença, associa-se uma estrutura clara e potente que permitirá simultaneamente uma organização geral do programa em open space, e também destacar o Piso do Auditório e Assembleia, que nos pareceu merecedor de especial atenção.





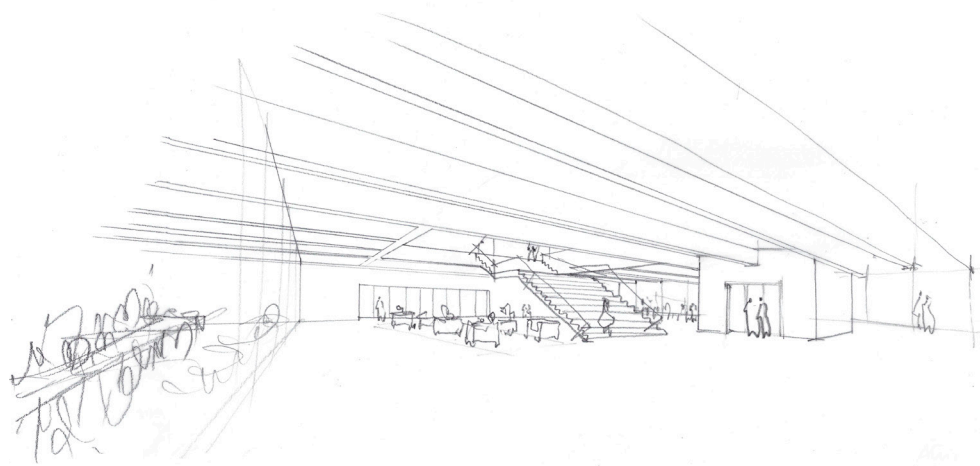
A173 Esquisso do edifício

A174 Planta de
implantação 1:1000

A174

5. O ÁTRIO PRINCIPAL

A diferença de cotas entre a Av. 25 de Abril e a Rua Engº Duarte Pacheco permite duas entradas articuladas num espaço central de pé-direito duplo. Assim, no piso 0 (à cota da praça e da Av. 25 de Abril) forma-se a entrada principal destinada ao público em geral, onde se desenvolve o Balcão Único e o Átrio Expositivo. Neste piso todos os espaços se abrem para a praça na relação com a zona arbórea e a cidade. No piso 1 (à cota da Rua Eng.º Duarte Pacheco) será a entrada pedonal destinada aos funcionários camarários. A este nível desenvolve-se a cafetaria e o refeitório.



A175 Esquisso do espaço de entrada e recepção

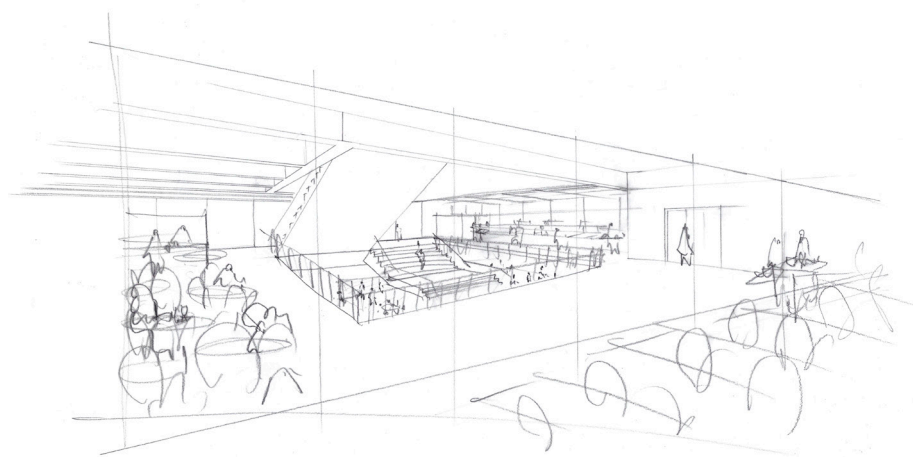
A176 Render do espaço de entrada



A176

6. A SALA POLIVALENTE

Desenvolve-se na relação da entrada pela Rua Eng.º Duarte Pacheco, num espaço amplo e desafogado que permite o serviço de refeições, reuniões alargadas, exposições, conferências e festividades dos serviços sociais. Devido à sua estratégica implantação, a cozinha e a cafetaria terão acesso pela Rua Eng.º Duarte Pacheco e ao monta-cargas que permitirá a recepção dos alimentos através do estacionamento e localização de cargas e descargas. Esta circulação vertical permite também a interligação da cozinha e cafetaria com os pisos superiores possibilitando o serviço ao auditório, às salas de reunião, ou apoio a um especial evento a realizar no Foyer. Possibilita ainda a deslocação vertical de outro tipo de cargas como economato, produtos de higiene e de limpeza, e ainda que os serviços de limpeza se desloquem entre pisos, evitando assim a utilização dos elevadores destina-dos ao público em geral.



A177

A177 Esquisso da sala polivalente

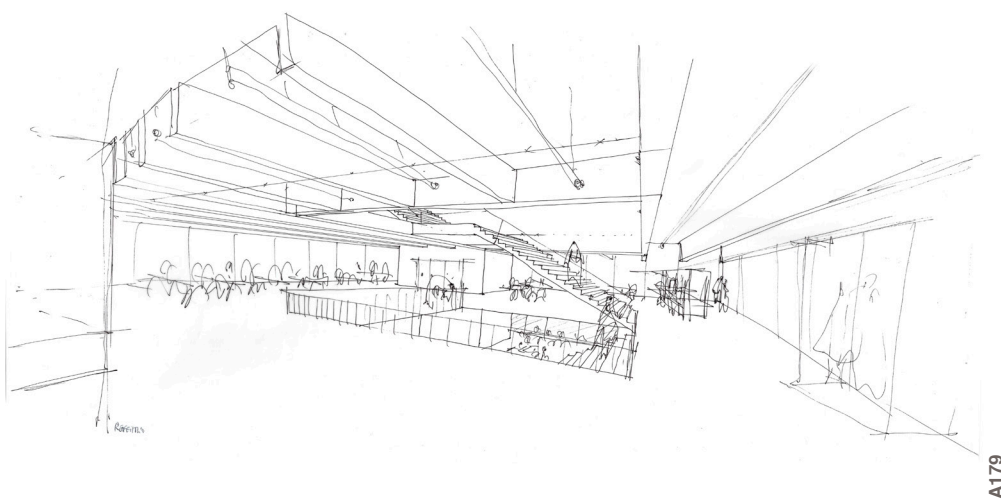
A178 Render do espaço do piso 1



A178

7. O AUDITÓRIO

O Foyer estabelece uma imediata relação com ambas as cotas de entrada, desde logo visual, através de um pé direito duplo e uma escada de grande protagonismo que as interliga. Através dos generosos vãos permite ainda uma relação directa com a praça, o jardim e a cidade. Também o auditório com 200 lugares se abre para a paisagem e esta-belece uma relação franca com os Gabinetes da Assembleia Municipal. A sua versatilidade espacial e os francos acessos – através da referida escada e dos elementos de circulação vertical – permitirá ter entradas a diferentes cotas e receber inúmeras actividades agregando e disseminando as diferentes dinâmicas profissionais e culturais da cidade.



A179 Esquisso do piso 1

A180 Render do auditório



A180

8. A VARANDA PRESIDENCIAL

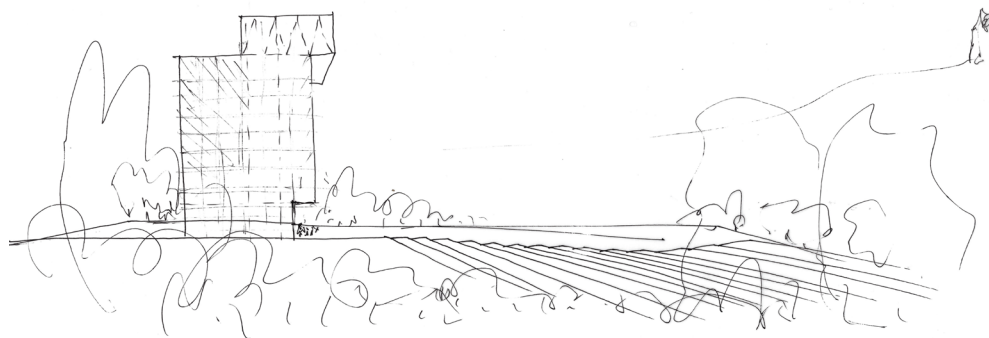
A Varanda Presidencial é um clássico no arquétipo dos Paços de um Concelho. Um lugar de saudação, de celebração e de convergência de valores de um colectivo. Desenvolve-se junto ao foyer, e estabelece uma relação directa com a Nova Grande Praça e o Jardim. Olha o horizonte sobre a copa das árvores da Av. 25 de Abril e garante a comunicação entre o Presidente do Município e os Munícipes nos eventos mais significativos realizados pela Câmara Municipal.

9. A VERAÇÃO E OS SERVIÇOS

O Piso da Vereação, que antecede o Piso Presidencial, desenvolve-se num espaço open space e mantém uma relação de proximidade com o Executivo Camarário. Os pisos de Serviços oferecem uma espacialidade semelhante, em open space, de grande versatilidade de acordo com oportuna disposição.

10. O PISO PRESIDENCIAL

O Piso Presidencial desenvolve-se no último piso do edifício que se projecta literalmente sobre a cidade. Devido à sua importância estabelece uma relação visual directa com o Castelo e o Centro Histórico. Assim, o próprio desenho do edifício destaca esta importância com o avanço da fachada a Sul e o recuo da fachada a Norte, reunindo condições únicas: o Gabinete presidencial a abrir-se à cidade através do avanço da fachada e dos seus grandes envidraçados, funde-se com a proposta de organização do restante programa camarário no piso Presidencial.



A181 Esquisso do perfil do edifício

A182 Render do gabinete e espaço de reuniões do Presidente da Câmara e a relação com o castelo



A182

11. SUSTENTABILIDADE

A intenção de criar um edifício que alberga Serviços Municipais Eficientes e Sustentáveis determinou a sua conceção desde a forma até ao imaginário do seu dia-a-dia, numa atitude de eficiência activa. O desafio lançado “*de criar um edifício que seja uma referência ao nível da sustentabilidade ambiental e eficiência energética, valorizando conceitos de eficiência passiva e que aposta em materiais sustentáveis*” pareceu-nos a oportunidade para que o novo edifício dos Paços do Concelho de Vila da Feira seja pioneiro na abertura de uma discussão emergente, desde logo plasmada na atribuição recente do conceituado Prémio Mies van der Rohe “Arquitectura Emergente” a um edifício de construção em madeira. Assim, apresenta-se a possibilidade de, desenhando uma estrutura clara em open space, esta seja construída em madeira ou, eventualmente em betão, já que ambos os materiais permitirão potenciar igual clareza. Na verdade, as questões ecológicas levantam-se diariamente e o tema é já entendido como um ponto de na viragem da Arquitectura; mas porquê a necessidade de uma alternativa ao betão e ao aço para edifícios altos e médios, e porquê agora? A resposta é simples: alterações climáticas. O fabrico e o transporte de betão por si só são responsáveis por cerca de cinco por cento das emissões globais de dióxido de carbono e os sistemas de madeira quando recolhidos de forma sustentável e utilizados como substitutos para outros materiais, reduzem significativamente as emissões de gases com efeito de estufa. Além disso, a capacidade da madeira para armazenar carbono faz dela uma importante alternativa ao aço e ao betão como estrutura e enquanto material de construção.

Cota Avenida 25 de Abril			PRESIDÊNCIA	PISO 10	80 m2	Cota Rua Eng.º Duarte Pacheco
				PISO 9	611 m2	
			VEREAÇÃO	PISO 8	903 m2	
			SERVIÇOS	PISO 7	903 m2	
			SERVIÇOS	PISO 6	903 m2	
			SERVIÇOS	PISO 5	903 m2	
			SERVIÇOS	PISO 4	903 m2	
			GABINETES	PISO 3	574 m2	
			AUDITÓRIO	PISO 2	903 m2	
			SALA POLIVALENTE COZINHA/CAFETARIA	PISO 1	752 m2	
	PRAÇA DO MUNICÍPIO	5335 m2	ÁTRIO ENTRADA/BALCAO ÚNICO	PISO 0	907 m2	
	ESTACIONAMENTO	3145 m2		PISO -1	3145 m2	
	ESTACIONAMENTO	3145 m2		PISO -2	3145 m2	
					8342 m2	
					6290 m2	

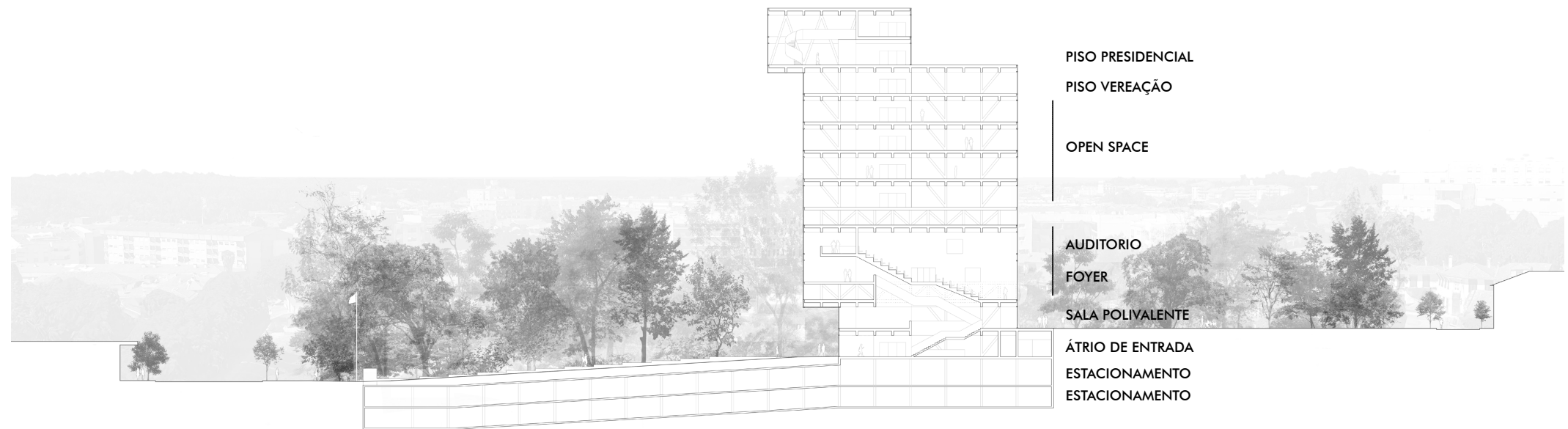
A183 Esquema de áreas da proposta

A184 Render do piso 1 e das relações visuais e físicas entre os vários pisos

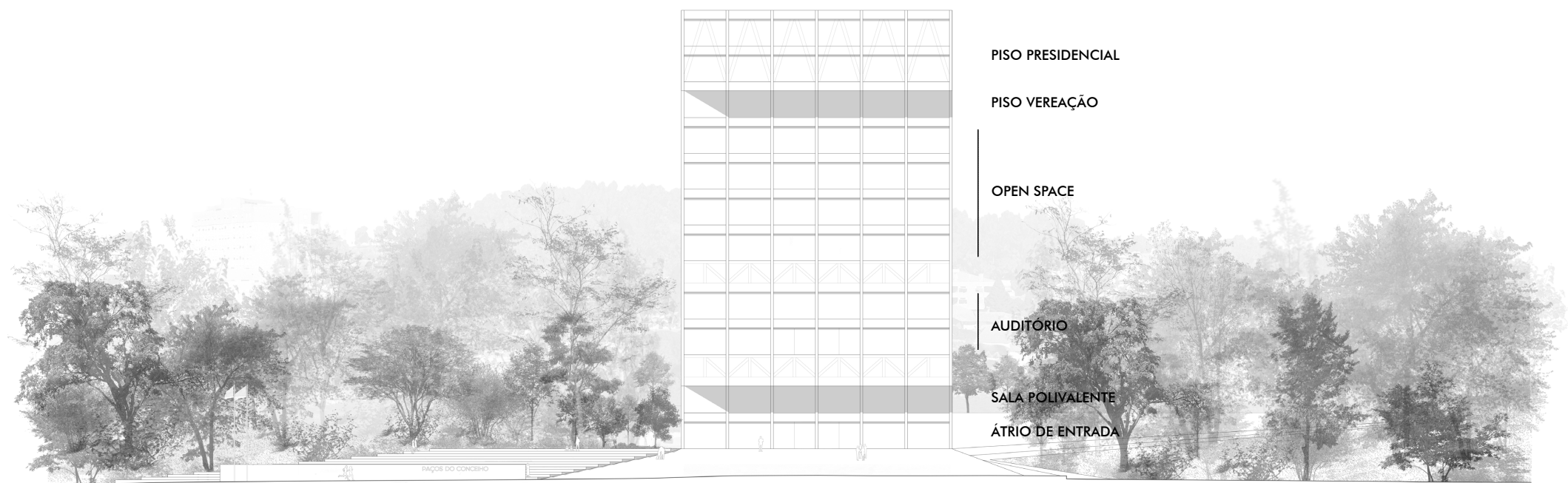


A184

Os edifícios altos em Madeira não são um conceito recente e, de facto, há 1400 anos atrás, foram construídos no Japão pagodes com 19 andares em madeira que ainda hoje recebem milhares de visitantes. E localizam-se em ambientes de alto risco sísmico e clima húmido. O material mais considerado como alternativa internacional já estabelecida nos países mais preocupados com a pegada ecológica – a Suécia que já construiu as primeiras torres ou a Noruega com inúmeras obras já construídas total-mente em madeira - é a madeira laminada transversalmente (CLT). Os painéis são concebidos para serem mais fortes do que o aço e pelo menos tão resistentes ao fogo. Estes produtos de madeira maciça oferecem vantagens significativas em termos de fogo, desempenho acústico, e desempenho estrutural, escala, estabilidade dos materiais e eficácia de construção, naturalmente a seco. O uso deste material implica, naturalmente, uma (re)educação do público sobre estes novos sistemas construtivos e, por isso, a nossa solução admite uma versão exactamente igual, mas construída em betão, caso as condições de mercado ou da instabilidade geopolítica mundial condicionem os decisores nesse sentido. As soluções híbridas em Betão+Madeira são possíveis, sobretudo em edifícios com Open Space como é o caso, onde a flexibilidade na estrutura da Torre assegura que podem ajustar inúmeros layouts de organização espacial. Assim, o próprio desenho do edifício destaca esta importância com o avanço da fachada a Sul e o recuo da fachada a Norte, reunindo condições únicas: o Gabinete presidencial a abrir-se à cidade através do avanço da fachada e dos seus grandes envidraçados, fundindo-se com a proposta de organização do restante programa camarário no piso Presidencial.



A185



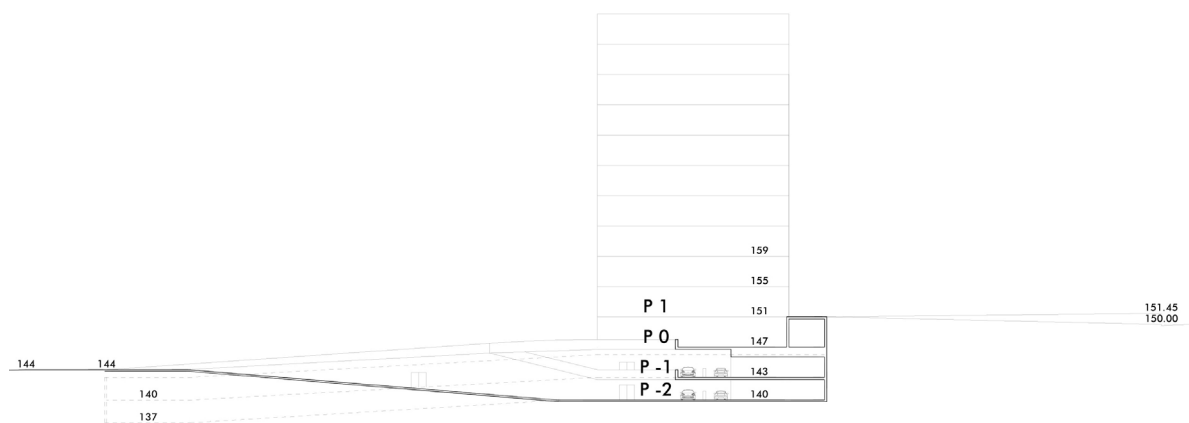
A186

A185 Corte Longitudinal
1:500

A186 Alçado Sul 1:500

12. ESTACIONAMENTO

Ainda, pela relação privilegiada que terá com o primeiro piso de estacionamento, ali se localizarão os Balneários e Vestiários de pessoal junto ao estacionamento destes e acessos de serviço. Nesta cota todos os espaços se abrem para a praça na relação com a zona arbórea e a cidade. Critérios gerais da concepção do projeto, que permitam criar uma solução inovadora e singular, representativa do poder local e geradora de uma nova centralidade urbana, contribuindo para a coesão da malha urbana, numa relação fluida e articulada com o núcleo central/histórico e os vários equipamentos públicos próximos; Programa geral de intervenção para o novo edifício dos Paços do Concelho, a nova praça da cidade e parque de estacionamento subterrâneo, em termos de distribuição espacial e de dinâmicas de ocupação e de apropriação do espaço público e privado, bem como de acessos e circulações dos vários utilizadores do novo equipamento. Considerações sobre as soluções técnicas e construtivas adotadas para a concepção do novo equipamento, em termos de sustentabilidade ambiental e eficiência energética, aptas a responder às necessidades de utilização do edificado e do espaço público, com um menor impacto ambiental na vida útil daqueles.

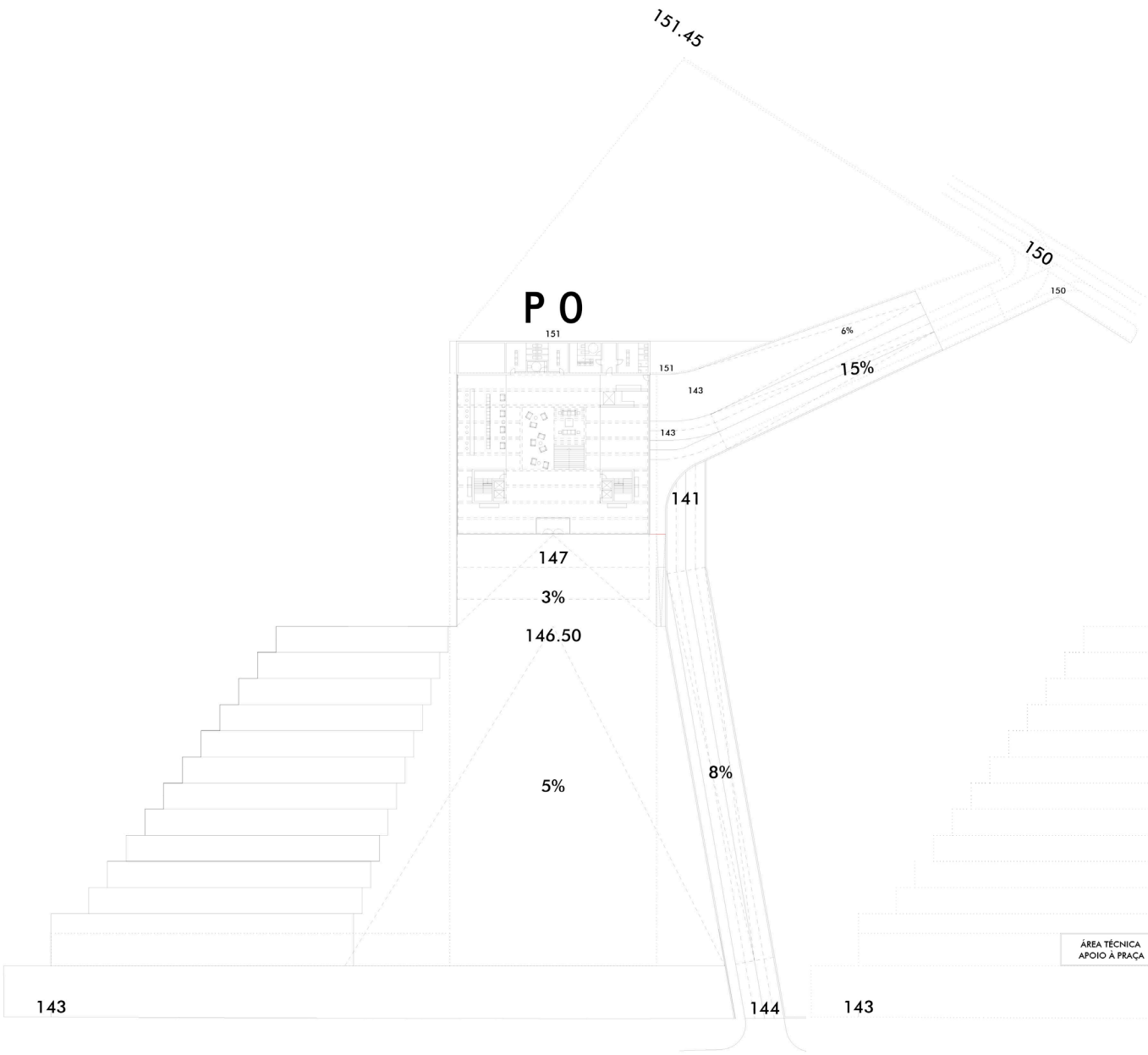


A187 Corte Longitudinal
esquemático do
estacionamento

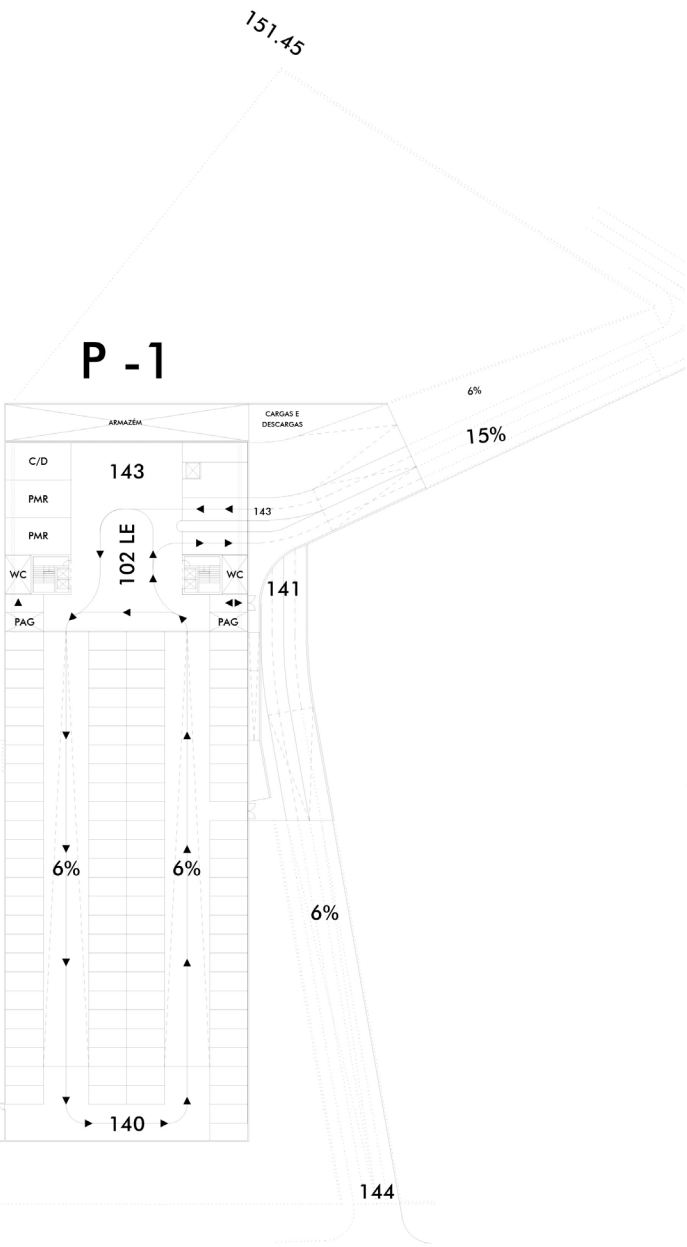
A188 Piso 0 do
estacionamento

A189 Piso -1 do
estacionamento

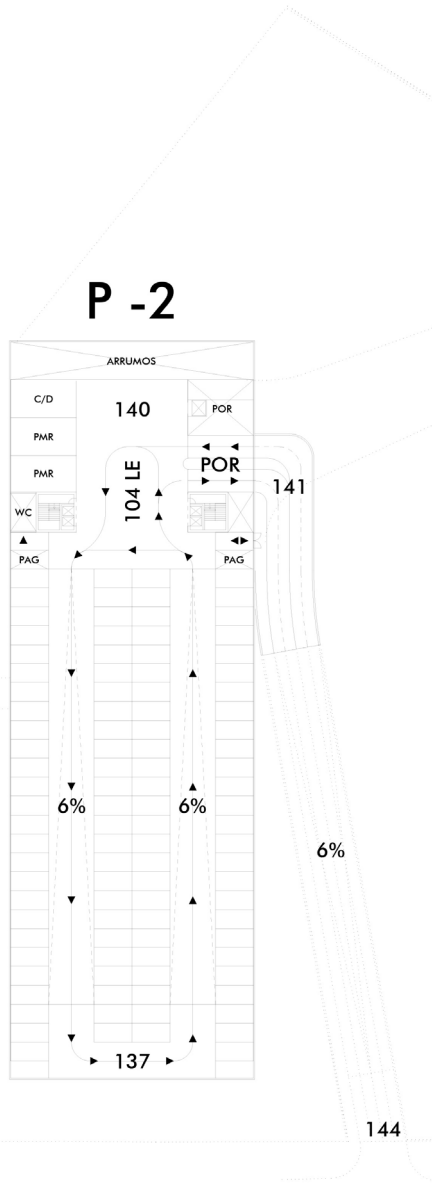
A190 Piso -2 do
estacionamento



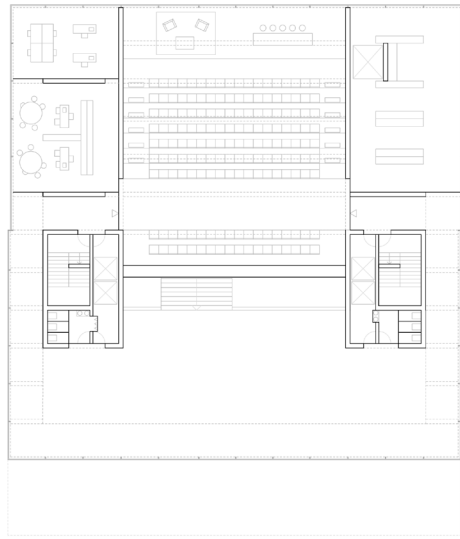
A188



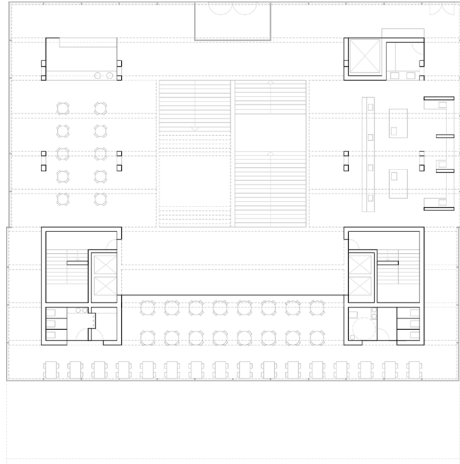
A189



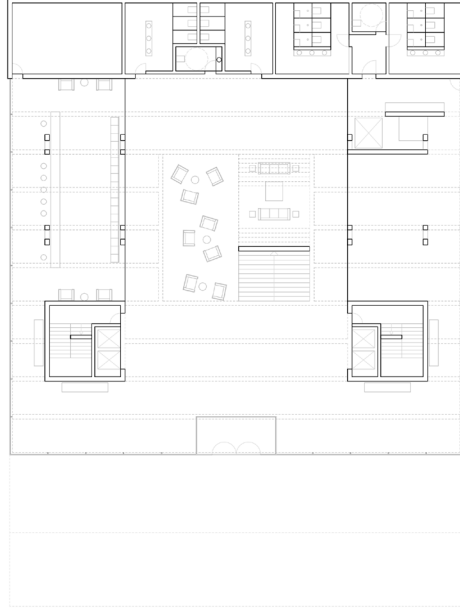
A190



A193



A192



A191

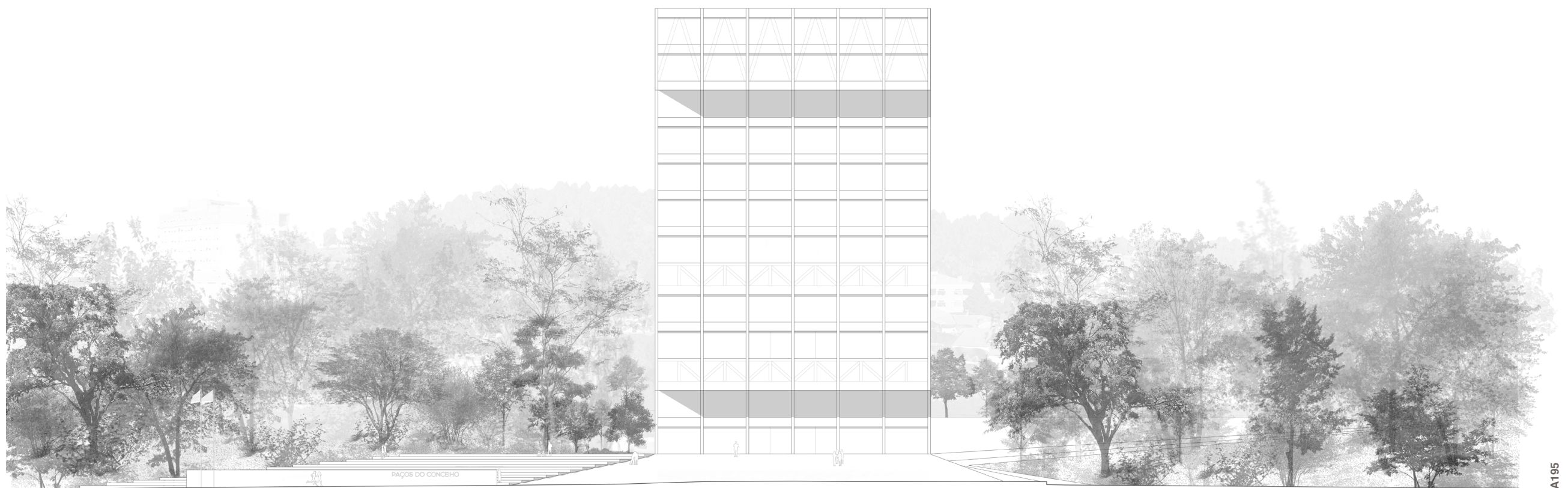
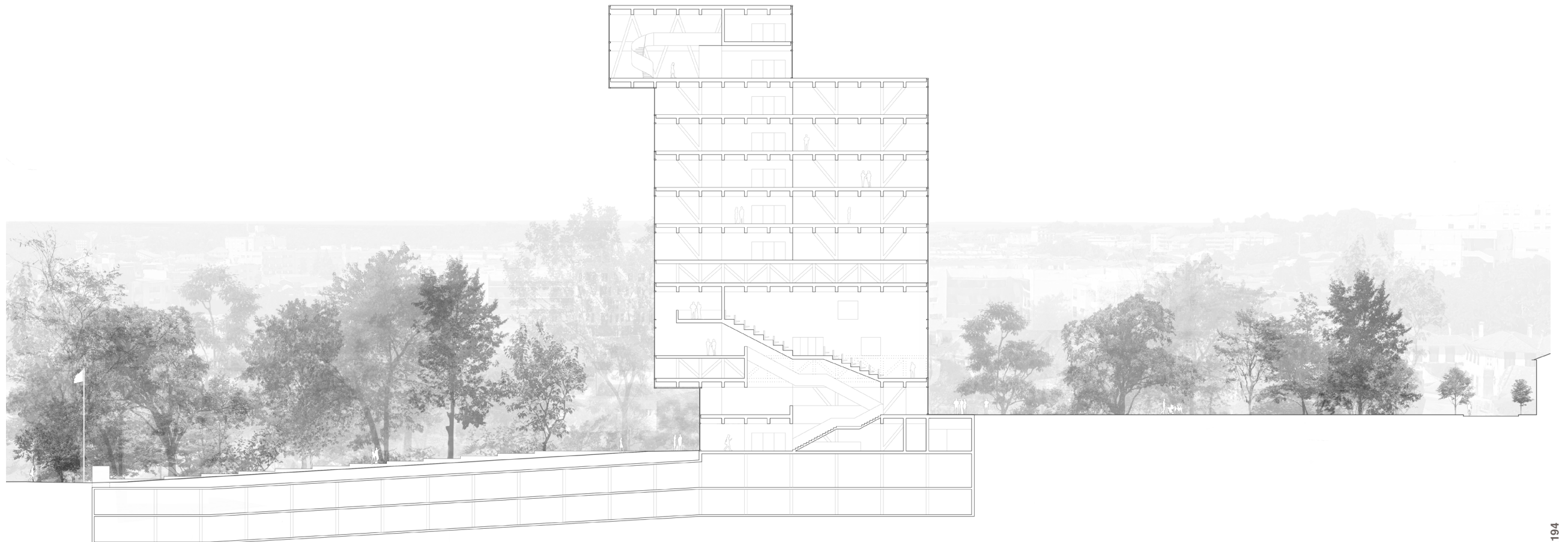
A191 Planta Piso 0 1:500

A192 Planta Piso 1 1:500

A193 Planta Piso 2 1:500

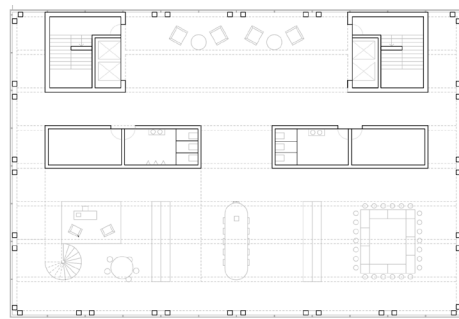
A194 Corte Longitudinal
1:500

A195 Alçado Sul 1:500

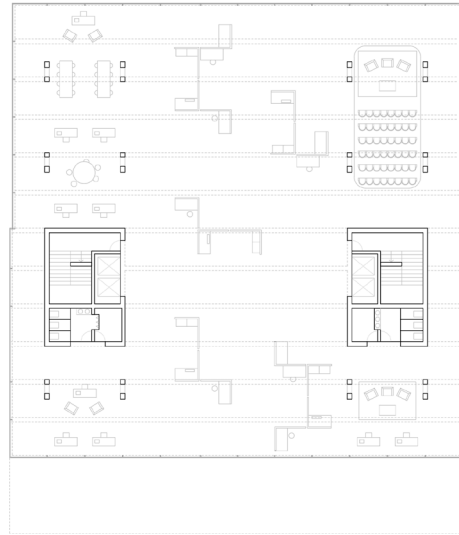


A194

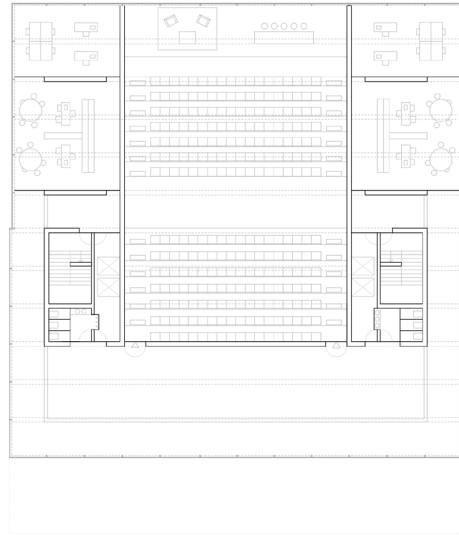
A195



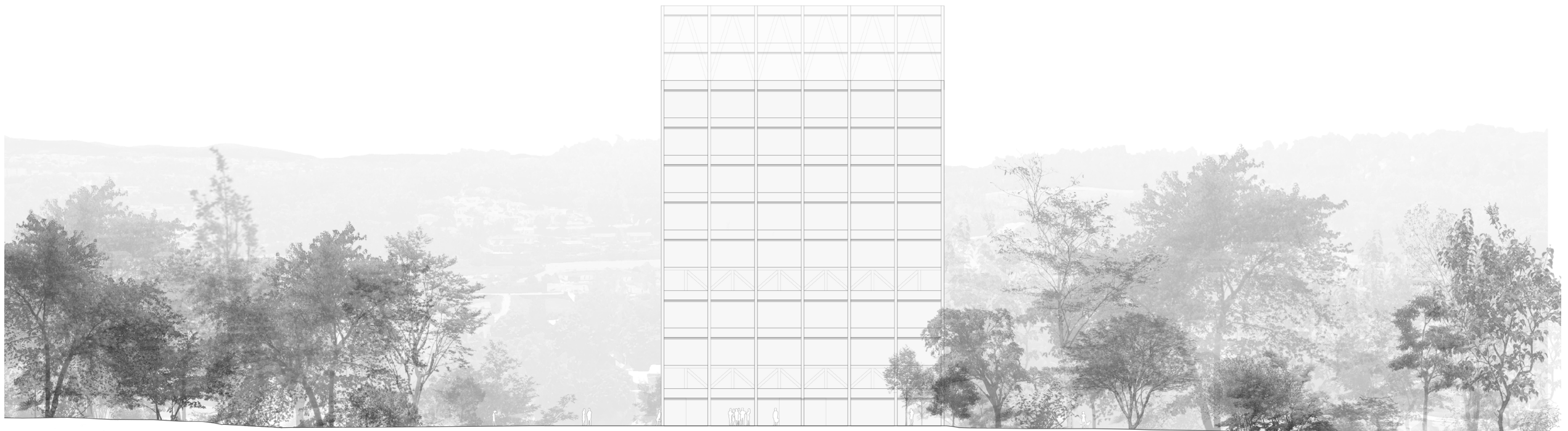
A198



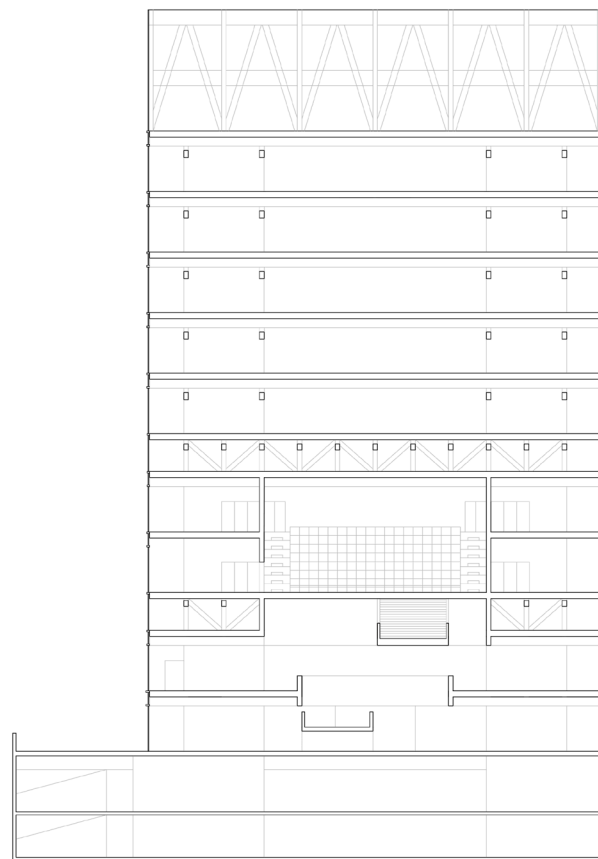
A197



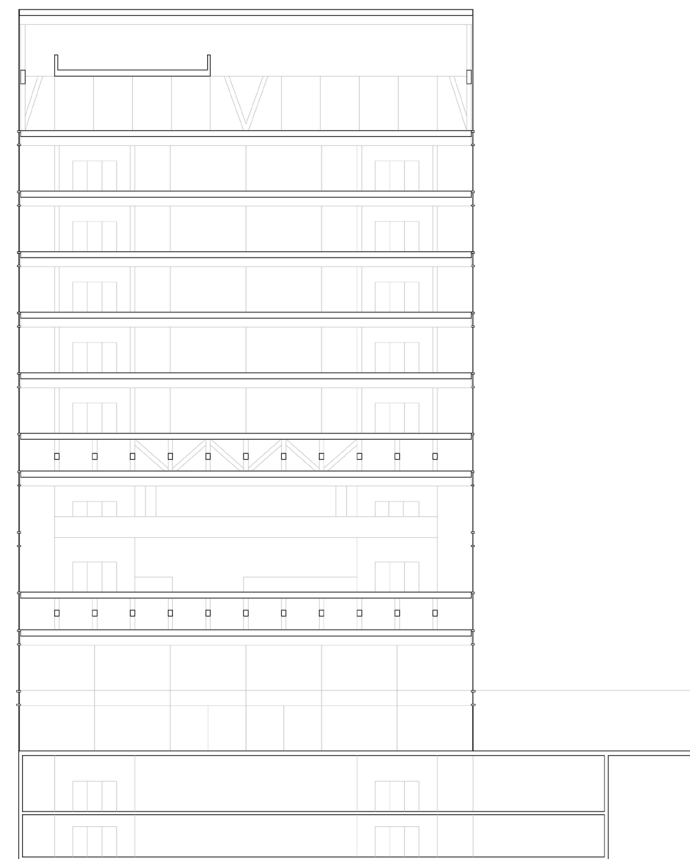
A196



A199



A200



A201

A196 Planta Piso 3 1:500

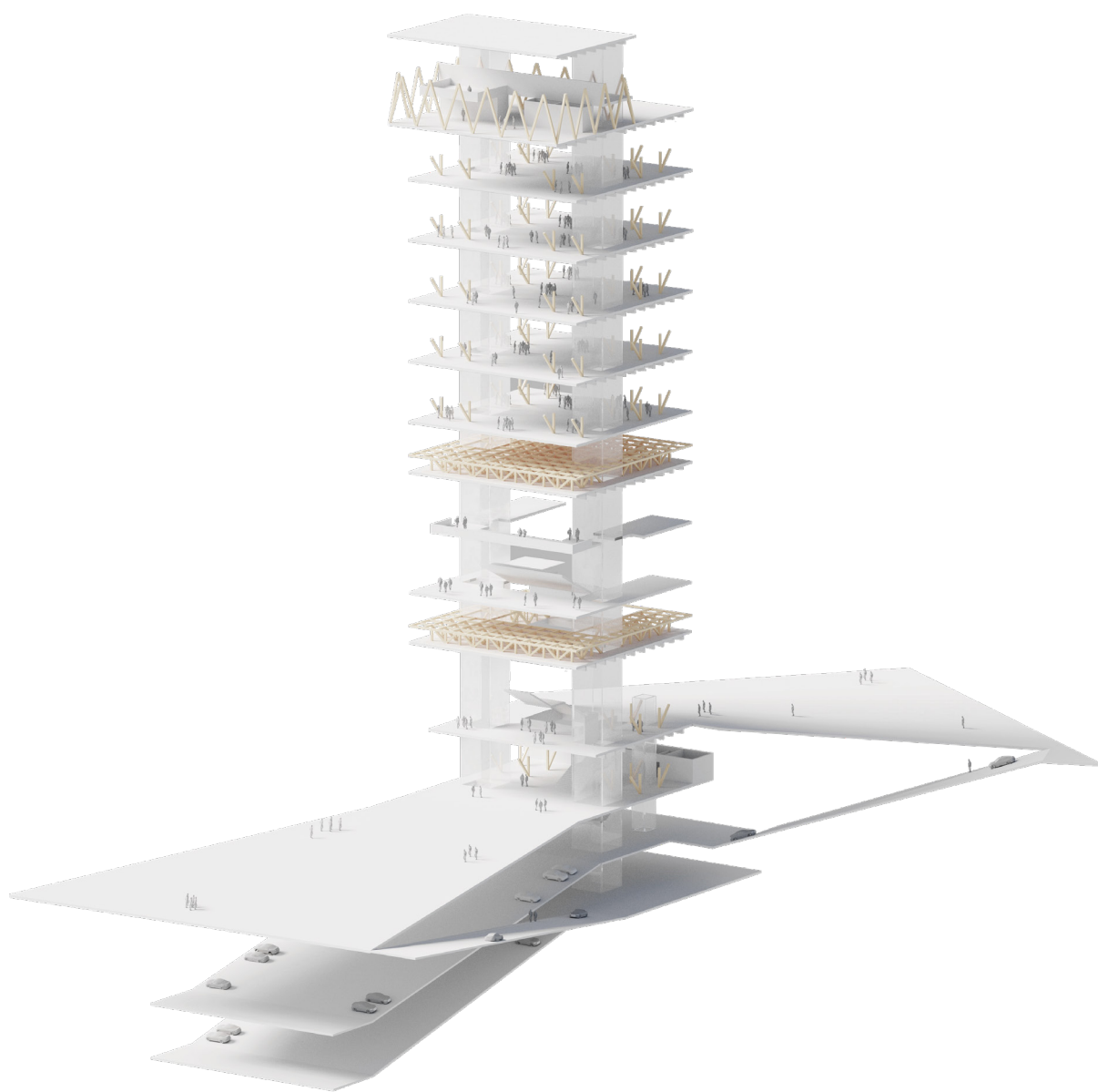
A197 Planta Piso Tipo
Open Space 1:500

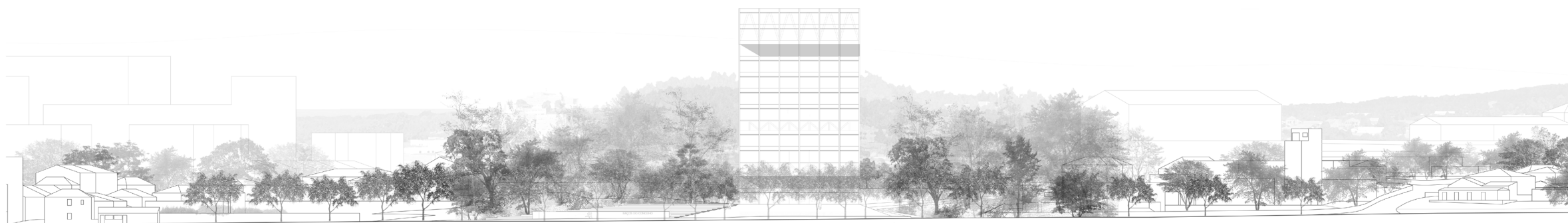
A198 Planta Presidência
1:500

A199 Alçado Norte

A200 Corte transversal
1:500

A201 Corte transversal
1:500

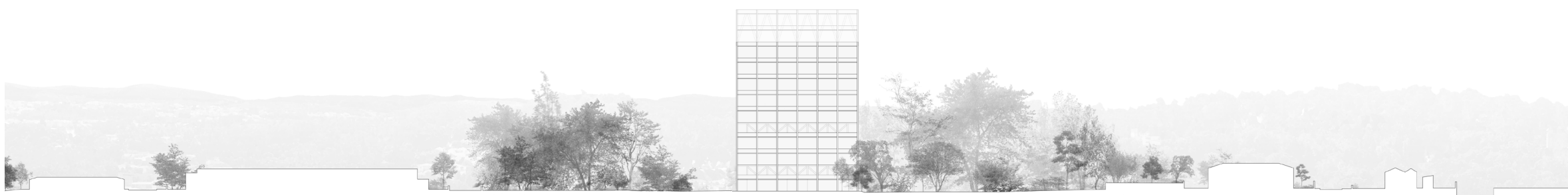




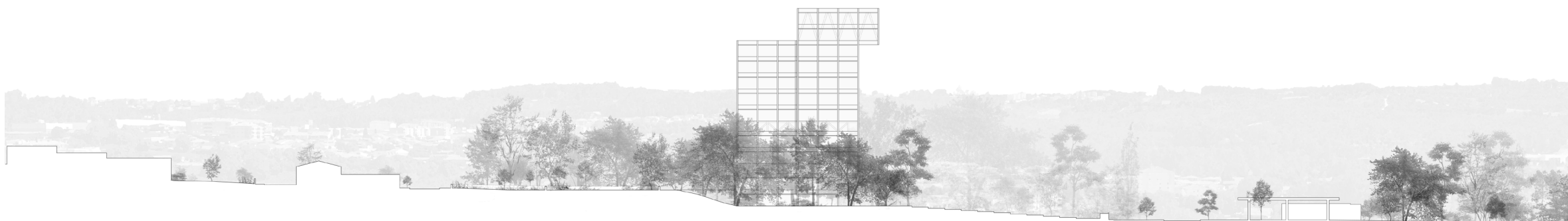
A203



A204



A205



A206

A202 Axonometria da
organização do edifício

A203 Alçado Sul 1:1000

A204 Alçado Este 1:1000

A205 Alçado Norte 1:1000

A206 Alçado Oeste
1:1000

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura

Vasco Campos de Almeida

Orientação: Professora Doutora Maria da Graça Correia Ragazzi

