

cdo

Cadernos d'Obra Revista Científica Internacional de Construção
International Building Journal

#04 Mar 2013

Museu Nacional dos Coches:
o projeto, a obra, as tecnologias
design, construction, technologies

Editor Publisher

GEQUALTEC

Director Editor

Vitor Abrantes

Directores Adjuntos Editorial Coordinators

Bárbara Rangel [Coordenadora Editorial Coordinator]

José Amorim Faria [Coordenador Editorial Adjunto Assistant Coordinator]

João Pedro Poças Martins [Coordenador Editorial Adjunto Assistant Coordinator]

Comissão Editorial Editorial Committee

Alfredo Soeiro

Hipólito de Sousa

Jorge Moreira da Costa

Miguel Gonçalves

Rui Calejo

Fernando Brandão Alves

Ana Vaz Sá

Comissão Científica Scientific Committee

Alexandre Alves Costa (FAUP, Portugal)

Álvaro Siza (FAUP, Portugal)

Aníbal Costa (U. Aveiro, Portugal)

António Frattari (U. Trento, Itália Italy)

António Tadeu (FCTUC, Portugal)

Eduardo Souto Moura (FAUP, Portugal)

Flávio Kiefer (UF, Rio Grande do Sul, Brasil Brazil)

Fernando Branco (IST, Portugal)

Fernando Pinheiro (FAUTL, Portugal)

Jorge Brito (IST, Portugal)

José António Mendes da Silva (FCTUC, Portugal)

José Luis Canal (F. Arquitectura, UFRGS Brasil Brazil)

José Manuel Pozo (ETS de Arquitectura da U. Navarra, Pamplona, Espanha Spain)

Keith Chapman (U. Coventry, Reino Unido United Kingdom)

Keneth Frampton (GS Architecture Planning and Preservation, Columbia University, EUA USA)

Luis Villegas (U. Santander, Espanha Spain)

Manuel Graça Dias (U Autónoma de Lisboa, Portugal)

Paulo Lourenço (U. Minho, Portugal)

Oktay Ural (FIU, EUA USA)

Satyaki Sarkar (Birla I.T. Índia India)

Vasco Freitas (FEUP, Portugal)

Vasconcelos Paiva (LNEC, Portugal)

Vladimir Brezar (U. Ljubljana, Eslovénia Slovenia)

Entrevistadores Interviewers

Bárbara Rangel, Assistente FEUP-GEQUALTEC

José Amorim Faria, Prof. Auxiliar FEUP-GEQUALTEC

João Pedro Poças Martins, Prof. Auxiliar FEUP-GEQUALTEC

Transcrição da entrevista Interview transcription

Carmen Díez Medina

Teresa Godinho

Tradução Translation

Isabel Alves

Concepção Gráfica Design

Incomun

Tratamento de imagem Image edition

Rui Moreira

Impressão Printing

Lusoimpress

Depósito legal: ??

ISSN 1647-1830

ISBN 978-989-96696-9-7

Tiragem: 1000 exemplares 1000 copies

Preço por número Price

20 euros

Agradecimentos

Ao Arq. Paulo Mendes da Rocha pela lição de arquitetura e de engenharia. Ao Nuno Sampaio e ao Rui Furtado pela ajuda e confiança. À AFA Consult e ao gabinete do Arq. Ricardo Bak Gordon pela cedência dos desenhos e das imagens. A todos os autores dos artigos pelo empenho e dedicação. Ao Arménio Teixeira pela cedência do crédito das imagens. Ao Professor Sebastião Feyo por ter tornado possível esta edição.

À Teresa Godinho, Rita Leite e Pedro Paupério pela sua assistência e paciência.

Mais uma vez à Teresa Seródio e ao Nuno Brandão Costa.

Publicação Periódica Periodic Publication

Anual Annual

n.º 4. Ano 4, março 2013 no. 4. Year 4, March 2013

Distribuição Distribution

GEQUALTEC

Propriedade Copyright

GEQUALTEC

Redacção: Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal

Tel./fax: + 351 22 508 21 90

Email: cdo@fe.up.pt

Créditos Fotográficos Photographic Credits

AFAConsult: pp. 012, 020, 027, 052, 053, 065-069, 071, 074, 076-078, 082, 089, 102, 103, 105, 125 (1), 150, 152, 153.

Arménio Teixeira: pp. 004-005, 008-011, 014, 015, 021, 023, 040, 041, 044, 045, 047-049, 056, 059, 062, 063, 073, 093, 108-110, 112-115, 117-120, 125 (2 e 3), 132, 133, 136, 137, 142-145, 154-155.

Arquivo Paulo Mendes da Rocha: pp. 018, 022, 025, 028, 029.

Nuno Sampaio Arquitetos: p. 046.

Raimundo Constâncio: pp. 126, 128.

Ricardo Bak Gordon Arquitetos: pp. 024, 050, 051, 096-101, 104, 146, 147, 148, 149, 151, 152.

É proibida a reprodução de artigos, gráficos ou fotografias sem a autorização escrita dos autores e dos editores da revista. A exactidão da informação, os copyrights das imagens, as fontes das notas de rodapé, bem como a bibliografia, são da responsabilidade dos autores dos artigos, razão pela qual a direcção da revista não pode assumir nenhum tipo de responsabilidade em caso de erro ou omissão. Foi respeitada a língua original de cada artigo. As traduções são da responsabilidade dos tradutores de cada artigo.

All rights reserved. The reproduction of articles, figures or photographs without the written authorization from the authors and CdO editors is strictly forbidden. The exactness of the information, the copyright of the images, the sources of footnotes, as well as the bibliography, is of the responsibility of the authors of articles, therefore the editor of the magazine cannot assume any type of responsibility in the case of eventual errors or omissions. The translations are the responsibility of the translators of each article. The articles have been preserved in their original languages.

Acknowledgements

To Paulo Mendes da Rocha for the architecture and engineering lesson. To Nuno Sampaio and Rui Furtado for their dedication and trust. To AFA Consult and Ricardo Bak Gordon Studio for granting the permission to use drawings and images. To all the authors for their commitment and dedication. To Arménio Teixeira for granting the permission to use his pictures. To Professor Sebastião Feyo for making this edition possible.

To Teresa Godinho, Rita Leite e Pedro Paupério for their assistance and their patience.

Again to Teresa Seródio and Nuno Brandão Costa.

Índice

007	Créditos
017	o tamanho das coisas
031	O novo Museu Nacional dos Coches: um desafio! Silvana Bessone
039	Mendes da Rocha, creador de lugares inexistentes José Manuel Pozo
047	Projeto expositivo – Museu Nacional dos Coches Nuno Sampaio
050	Desenhos gerais
053	Imagens da fase de tosco
055	exibição da técnica
065	A engenharia do novo Museu Nacional dos Coches Rui Furtado, Armando Vale, Paulo Silva, Bruno Henriques e Luis Oliveira
085	Os museus vistos através da ótica da física da construção Hugo S. L. C. Hens
091	Museu Nacional dos Coches Ricardo Bak Gordon
093	A engenharia como lição de arquitetura Bárbara Rangel e Fernando Brandão Alves
096	Desenhos gerais do edifício expositivo
105	Imagens da fase de acabamento
107	disciplinar a obra
121	Paulo Mendes da Rocha: dos encuentros, una actitud Fernando Pérez Oyarzun
127	Coordenação de obra suportada pela metodologia BIM no Museu Nacional dos Coches António Ruivo Meireles, Bernardo Salavessa e Fernando Gonçalves
131	Uso sustentável e gestão da demanda de água na universidade de São Paulo – o PURA USP Orestes Marracini Gonçalves, Gisele Sanches da Silva e Humberto Oyamada Tamaki
146	Desenhos gerais do edifício anexo
153	Imagens da fase de acabamento

Contents

006	Credits
017	the size of things
030	The new Coach Museum: a challenge! Silvana Bessone
038	Mendes da Rocha, a creator of non-existent places José Manuel Pozo
046	Exhibition project – National Coach Museum Nuno Sampaio
050	General arrangement drawings
053	Images of structural work stage
055	display of technique
064	The engineering of the new Coach Museum Rui Furtado, Armando Vale, Paulo Silva, Bruno Henriques and Luis Oliveira
084	Museums as seen through a building physics pair of glasses Hugo S. L. C. Hens
090	Coach Museum Ricardo Bak Gordon
092	Engineering as a lesson in architecture Bárbara Rangel and Fernando Brandão Alves
096	General arrangement drawings exhibition building
105	Images of finishings stage
107	disciplining construction
120	Paulo Mendes da Rocha: two encounters, one attitude Fernando Pérez Oyarzun
126	Coordination of work in the Coach Museum supported by BIM methodology António Ruivo Meireles, Bernardo Salavessa and Fernando Gonçalves
130	Sustainable use and demand management of water at the university of São Paulo – the PURA USP programme Orestes Marracini Gonçalves, Gisele Sanches da Silva and Humberto Oyamada Tamaki
146	General arrangement drawings annex building
153	Images of finishings stage

Resumo.

O novo Museu Nacional dos Coches: um desafio, *Silvana Bessone* Provavelmente desde a sua abertura ao público, mas com total segurança há cerca de trinta anos consecutivos, desde que se instituiu o controlo estatístico de visitantes dos museus sob tutela do Estado, que o Museu Nacional dos Coches é o museu nacional mais visitado de Portugal, com especial relevo para os turistas estrangeiros que visitam Lisboa e se sentem atraídos pela mais prestigiada coleção do mundo de viaturas de gala que serviam as cortes europeias, desde finais do século XVI até início do século XX.

Mendes da Rocha, creador de lugares inexistentes, *José Manuel Pozo* A pesar de eso, mentiría si no reconociese que en algún momento de aquel largo viaje hasta allí pensé si sería proporcionado el esfuerzo, ya que estaba entonces muy atareado en Pamplona, y pensé si tal vez no podría cumplir el encargo sin ir a verlo; sin embargo he de decir, como parte de las ideas buenas que puedo transmitir con estas líneas, que no me hubiera equivocado y que no me arrepiento en absoluto de haber hecho el viaje, y de haber seguido el consejo implícito que el admirable Ortiz-Echagüe dió cuando, al publicar en 1965 su obra *La arquitectura española actual*, señalaba que ?me he limitado a recoger sólo obras que he vistado detenidamente, lo que explica que puedan faltar alguns realizaciones que me consta son de gran interés pero que sólo conozco por fotografías? (César Ortiz-Echagüe, 1965, pp. 10-11). La realidad del edificio compensó con creces el esfuerzo realizado porque es una obra de las más completas y sugerentes que he contemplado en los últimos tiempos: una suerte para Lisboa este nuevo edificio de Mendes da Rocha.

Projeto expositivo – Museu Nacional dos Coches, *Nuno Sampaio* O que primeiro cabe referir sobre o projeto é a enorme coerência do seu todo dado pelo Arq. Paulo Mendes da Rocha. Coerência na sua organização e composição, coerência do conjunto e das suas partes, dos Edifícios e do Projeto Expositivo como parte integrante desse todo. O museu foi entendido e desenhado como uma grande “caixa de joias”, os coches, que conta uma história que não se quer que fique aprisionada no passado, mas que possa evoluir acrescentando-se outros fragmentos de tempo numa aproximação à contemporaneidade através da sua arquitetura e dos recursos expositivos.

A engenharia do novo Museu Nacional dos Coches, *Rui Furtado, Armando Vale, Paulo Silva, Bruno Henriques e Luis Oliveira* O sucesso de um edifício depende tanto da sua riqueza espacial como da eficiência da sua operação. Compete às Engenharias garantir que as especificações técnicas definidas pelo Cliente são atingidas e, simultaneamente, contribuir para a riqueza espacial do resultado final – o edifício construído – imaginada pelos seus criadores. Neste artigo descrevem-se as soluções técnicas adotadas no Novo Museu dos Coches e a abordagem multidisciplinar utilizada. **Os museus vistos através da ótica da física da construção**, *Hugo S. L. C. Hens* Os edifícios são, na sua maioria, construídos para serem habitados por pessoas. O ambiente interior assim criado centra-se em necessidades humanas e exigências de conforto. Nos museus, a situação é diferente. São os artefactos armazenados, preservados e exibidos e não os visitantes que determinam o aquilo que se espera do ambiente interior. Uma preocupação básica prende-se com a preservação. Os químicos sabem que a degradação dos objetos de valor se torna mais lenta em temperaturas mais baixas. Deste modo, a temperatura nos museus onde são exibidos artefactos valiosos deve ser preferencialmente baixa. Ao mesmo tempo, a humidade relativa não pode ser demasiado elevada nem demasiado baixa.

Museu Nacional dos Coches, *Ricardo Bak Gordon* A decisão de convidar o Arq.º Paulo Mendes da Rocha para projetar o Novo Museu dos Coches em Belém não podia ter sido mais feliz. Agora que a obra se realizou é possível compreender simultaneamente a complexidade dos desafios urbanos e arquitetónicos que ali se colocaram, mas também aqueles que dizem respeito à vida quotidiana das pessoas e das cidades, e a resposta profunda e optimista que nos trouxe o arquiteto.

A engenharia como lição de arquitetura, *Bárbara Rangel e Fernando Brandão Alves* O projeto de um edifício não é mais um somatório de especialidades, mas sim um elemento único que coordena todos os sistemas construtivos envolvidos, o Projeto Integrado, confirmada pela necessidade do reforço da interdisciplinaridade a nível profissional e científico. No Museu dos Coches essa integração surgiu desde a primeira de maquete de papel feita por Paulo Mendes da Rocha. A simplicidade de reposta à necessidade infraestrutural do funcionamento deste novo edifício, abre espaço para o virtuosismo de cada “arte disciplinar” envolvida neste mistério da Construção.

Paulo Mendes da Rocha: dos encuentros, una actitud, *Fernando Pérez Oyarzun* Paulo Mendes da Rocha es reconocido, hoy en día y en forma unánime, como uno de los arquitectos más destacados del ámbito latinoamericano. Su obra se desarrolla, principalmente en Sao Paulo desde la década de 1950 y hasta hoy mismo. La obtención de los premios Mies van der Rohe en el año 2000 y Pritzker en el 2006 consagraron internacionalmente una trayectoria que en Brasil, y entre sus más cercanos, se valoraba hacía ya tiempo como excepcional. Todo ello ha contribuido que el trabajo profesional de Mendes da Rocha también se haya internacionalizado.

Coordenação de obra suportada pela metodologia BIM no Museu Nacional dos Coches *António Ruivo Meireles, Bernardo Salavessa e Fernando Gonçalves* Descreve-se neste artigo a forma como foi utilizada tecnologia BIM (Building Information Modeling) durante a fase de execução do Novo Museu dos Coches em Lisboa. A modelação efetuada durante a fase de execução permitiu identificar colisões nos projetos de especialidades e propor resoluções para as mesmas. A utilização desta tecnologia produziu resultados positivos, ainda que se admita que os benefícios serão mais significativos nos casos em que seja adotada desde as primeiras fases do processo construtivo.

Uso sustentável e gestão da demanda de água na universidade de São Paulo – o PURA USP, *Orestes Marracini Gonçalves, Gisele Sanches da Silva e Humberto Oyamada Tamaki* Criado em 1998, o PURA-USP – representou uma mudança de paradigma de exclusiva gestão da oferta de água para gestão também da demanda, mais coerente com os preceitos do desenvolvimento sustentável. Além da manutenção do consumo em patamares reduzidos e do estabelecimento de um sistema estruturado de gestão da demanda, o PURA-USP tem cumprido seu objetivo de desenvolver uma metodologia aplicável em outras universidades. Considerando toda a USP, o benefício econômico total, acumulado durante o período, foi de 147 milhões de Euros (R\$ 373 milhões). Desta forma, o PURA-USP tem promovido o uso sustentável da água na USP não só em sua dimensão ambiental como também em suas dimensões econômica, social e cultural.

Resumo.

The new Coach Museum: a challenge, *Silvana Bessone* Probably since its opening to the public, but it is safe to say for about thirty consecutive years, since statistical control of visitors to State museums was established, the National Coach Museum has been the most visited museum in Portugal, particularly by foreign tourists visiting Lisbon, who are attracted by the world’s most prestigious collection of ceremonial carriages that served the European Courts from the late 16th century until the early 20th century.

Mendes da Rocha, a creator of non-existent places, *José Manuel Pozo* I would be lying if I did not confess that, at some point during the long trip I wondered whether the effort was perhaps excessive, since I was very busy in Pamplona, and whether I could not meet the request without seeing the building personally; however, I must say, as part of the positive ideas which I am able to convey through these lines, that I was not mistaken and I have no regrets at all about having made the trip and followed the implicit advice of the remarkable Ortiz-Echagüe who said, when he published his work *La arquitectura española actual*, in 1965: “I only collected works that I have visited thoroughly, and this explains why some achievements may be missing which I’m told are of great interest but which I only know from photographs” (César Ortiz-Echagüe, *La arquitectura española actual*, Ed. Rialp, Madrid 1965, pp. 10-11). The reality of the building amply rewarded my effort because it is one of the most complete and suggestive works I have observed recently: Lisbon is lucky to have this new building by Mendes da Rocha.

Exhibition project – National Coach Museum, *Nuno Sampaio* The first thing that must be mentioned about the design and work of the new National Coach Museum is the great coherence of the whole achieved by Architect Paulo Mendes da Rocha. Coherence in its organisation and composition, coherence of the ensemble and its parts, from the Exhibition Building to the Annex an integral part of this whole. The Museum was designed as a great “treasure box” which will house the “jewels of Portugal: the coaches”, that tells a story that is not to be kept prisoner in the past, but that should evolve by adding other fragments of time in an approach to modernity through its architecture and the exhibition resources of its desirably “open and evolving” project. **The engineering of the new Coach Museum**, *Rui Furtado, Armando Vale, Paulo Silva, Bruno Henriques and Luis Oliveira* The success of a building depends on both its spatial richness and the efficiency of its operation. It is up to Engineering to ensure that the technical specifications proposed by the customer are met and, at the same time, to contribute to the spatial richness of the final result – the finished building – as imagined by its creators. This article describes the technical solutions implemented in the New Coach Museum and the multidisciplinary approach used.

Museums as seen through a building physics pair of glasses, *Hugo S. L. C. Hens* Most buildings are constructed to house people. The indoor environment created so focuses on human needs and comfort demands. In museums, things differ. The artefacts stored, preserved, and shown and not the visitors fix how the indoor environment should look like. A basic concern is preservation. Chemists know that objects of value see their degradation slowed down at lower temperatures. Therefore, temperature in museum showing precious artefacts should rather be low. At the same time, relative humidity could be neither too high nor too low. Paintings for example show crackles and timber pieces of art may spall when the air is too dry. If instead it remains too humid, the canvas painted will looses stretching while timber swells.

Coach Museum, *Ricardo Bak Gordon* The decision to invite the Architect Paulo Mendes da Rocha to design the New Coach Museum in Belém could not have been more fortuitous. Now that the work has been completed, it is possible to understand the complexity of urban and architectural challenges that he faced, but also those that relate to the people’s and the city’s everyday lives, and the profound and optimistic answer that the architect has provided us.

Engineering as a lesson in architecture, *Bárbara Rangel and Fernando Brandão Alves* The current situation in the Construction Industry has confirmed the need to strengthen interdisciplinarity at scientific and professional levels. The greater demands placed on the development of a project has better defined the role of each discipline, and clarified the task of each member of the design team. This clarification is achieved only through the perfect, almost intuitive, communication in the articulation of the various disciplines. The design of a building is no longer a sum of specialties, but a single element that coordinates all the building systems involved: the Integrated Project. In the Coach Museum this integration emerged from the first paper mock-up made by Paulo Mendes da Rocha. The simplicity of the response to the functional infrastructural needs of this new building, gave each “disciplinary art” involved in this mystery of Construction the scope for virtuosity.

Paulo Mendes da Rocha: two encounters, one attitude, *Fernando Pérez Oyarzun* Paulo Mendes da Rocha is unanimously recognised today as one of the leading architects from Latin America. His work takes place mainly in São Paulo, where he has been working since the 1950s. Winning the Mies van der Rohe Award in 2000 and the Pritzker in 2006 cemented a reputation internationally, that in Brazil and among his closest colleagues had long ago been regarded as exceptional. This as also meant that the professional work of Mendes da Rocha has also become international.

Coordination of work in the Coach Museum supported by BIM methodology *António Ruivo Meireles, Bernardo Salavessa and Fernando Gonçalves* This paper describes how BIM (Building Information Modeling) technology was used during the construction stage of the New Carriages Museum in Lisbon. The models developed in the early phases of the construction stage helped identify design collisions in the engineering drawings and propose solutions for these issues. The use of this technology yielded positive results, although it is considered that the benefits will be more significant in cases where BIM is adopted from the early stages of the construction process.

Sustainable use and demand management of water at the university of São Paulo – the PURA USP programme, *Orestes Marracini Gonçalves, Gisele Sanches da Silva e Humberto Oyamada Tamaki* PURA-USP was created in 1998 and it represented a shift in the paradigm from managing water supply exclusively, to managing also water consumption, in accordance with the principles of sustainable development. Besides keeping consumption at a low level and establishing a structured water supply management system, PURA-USP has met its goal of developing a methodology that can be used in other universities. Considering the whole USP, total savings were 147 million euro (R\$ 373 million). PURA-USP has, therefore, promoted the sustainable use of water at USP not only in an environmental dimension, but also in economical, social and cultural dimensions.

Editorial. The Editorial team of Cadernos d'Obra has been instinctively charmed ever since the beginning of the New Museu Nacional dos Coches construction along Av. da Índia. An example capable of displaying the construction virtuosity through architecture and engineering.

The Praça de Lisboa, where Portugal's History is livelong narrated, has this way won another episode, the first in the XXI century. Continuing the Jardim Afonso de Albuquerque, a new square was created along Rua da Junqueira's old houses. Merely linked by a footbridge which indiscreetly observes the new urban space, New Museu Nacional dos Coches is divided into two volumes, the Expository Building and the Appendix Building. Towards Av. Brasil, the Expository Building, a white massive container rising delicately sighting Tejo. Otherwise, towards Rua da Junqueira and Jardim Afonso de Albuquerque, lies the Appendix Building, a concrete skeleton which reveals the auditorium, the restaurant and administrative dependences.

Detached into two functionally autonomous buildings holding self-infrastructures in its insights, the answer's chastity towards the museum program allowed the design team to show off the virtuous art of raising a building. The pavement crossing Rua da Junqueira towards the riverside is released by the single structure, a constant challenge to law of gravity presented by Paulo Mendes da Rocha. The concrete skeleton uplifts the trussed steel transparent boxes, flying above the bulky auditorium covered in water. Here uprises the bridge that's finally taking Rua da Junqueira up to the riverside, where will rise the parking lot silo, a Viewpoint to those who arrive to this part of Lisbon.

Along this edition of Cadernos d'Obra, we have tried to unveil the secret within this portuguese team orchestrated by the brazilian Master/Conductor Paulo Mendes da Rocha. AfaConsult, headed by Rui Furtado, clarified the balance amongst this living body's structure and infrastructure. Ricardo Bak Gordon and Nuno Sampaio revealed how it was to treat Lisbon's Outside and present the Coches' insights. The director's words, Dr. Silvana Bessone, taught us about Queen D. Amélia offerings back in 1905. Professor José Manuel Pozo came to Lisbon to uncover the museum's absent places. Hugo Hens explained the museum collection breathing needs through construction physics magnifying eye. Fernando Perez Oyarzun presented us to the deep technological and social convictions with which Paulo Mendes da Rocha elaborate the City itself. Through Orestes Gonçalves' experience in USP São Paulo we understood the public building sustainability regarding water management. António Meireles explained us how BIM tools increased the building's construction process.

This edition thickened the inevitable connection with Brazil along the way, reinforced by the late recognition through the BIAU 2012 Award assigned by Bienal Ibero Americana de Arquitectura e Urbanismo in Periodical Publications category, in between other 230 nominees. This publication is fully dedicated to a portuguese building designed by a brazilian architect, Paulo Mendes da Rocha with the São Paulo's architecture studio MMBB, and by a portuguese team, AFAConsult, BakGordon Architects and Nuno Sampaio Architects. The past second edition focused on a brazilian building, Iberê Camargo Foundation in Porto Alegre, an Álvaro Siza absolute work awarded the 2002 Golden Lion in Venice Bienal.

Within this monographic issue, the new Portuguese Engineering and International Architecture jewel is revealed, the design and construction works for the Lisbon's New Museu Nacional dos Coches.

Vítor Abrantes and Bárbara Rangel

Editorial. Desde que a obra para a instalação do Novo Museu Nacional dos Coches começou a erguer-se na avenida da Índia, de imediato cativou a linha editorial da Cadernos d'Obra. Uma obra que exhibe o virtuosismo da Construção pela Arquitetura e Engenharia.

A praça de Lisboa onde em cada face se conta a História de Portugal tem assim mais um episódio, o primeiro do séc. XXI. Dando continuidade ao jardim de Afonso de Albuquerque, cria-se uma nova praça com o velho casario da rua da Junqueira. O novo Museu dos Coches divide-se em dois volumes apenas ligados por uma passarela que indiscretamente observa o novo espaço urbano, o Edifício Expositivo e o Edifício Anexo. Para a avenida Brasil, o Edifício Expositivo, um grande contentor branco levanta-se delicadamente para se avistar o Tejo. Para a rua da Junqueira e para o jardim de Afonso de Albuquerque, o Edifício Anexo, um esqueleto de betão armado, que revela o auditório, o restaurante e os espaços administrativos.

A simplicidade da resposta ao programa do Museu, separando em dois edifícios autónomos as suas funções e arrumando no interior de cada um deles as suas infraestruturas, abriu a possibilidade à equipa projetista de mostrar o virtuosismo da arte de construir um edifício. O permanente desafio que Paulo Mendes da Rocha parece fazer à lei da gravidade, revela-se nesta estrutura simples, libertando a calçada que atravessa da rua da Junqueira até à marginal. O esqueleto de betão suspende as caixas transparentes de aço treliçado que voam sobre o maciço auditório coberto de água. Daqui nasce a ponte que finalmente vai levar a rua da Junqueira à marginal, onde um dia surgirá o Silo para estacionamento, um Mirador para quem chega a este sítio de Lisboa.

Nesta edição da Cadernos d'Obra, procuramos desvendar na entrevista qual foi o segredo desta equipa portuguesa orquestrada por Mestre/Maestro brasileiro Paulo Mendes da Rocha. A AfaConsult liderada por Rui Furtado explica-nos como se equilibra a estrutura com todas as infraestruturas que fazem este novo organismo viver. Ricardo Bak Gordon e Nuno Sampaio revelam-nos como foi tratar Lisboa por fora e mostrar os coches por dentro. Pelas palavras da Diretora, do Museu Nacional dos Coches, Dra. Silvana Bessone, ficamos a saber o que nos ofereceu em 1905 a Rainha D. Amélia. O Professor José Manuel Pozo, veio a Lisboa descobrir os lugares inexistentes do novo Museu. Hugo Hens explica-nos através da lupa da Física das Construções as necessidades "respiratórias" que cada peça museológica necessita. Fernando Perez Oyarzun, mostra-nos as profundas convicções tecnológicas e sociais com que Paulo Mendes da Rocha constrói a Cidade. Pela experiência da USP em São Paulo reportada por Orestes Gonçalves, entendemos como se processa a gestão da água num edifício público numa forma sustentada. António Meireles diz-nos como as ferramentas BIM contribuíram para agilizar o processo de Construção deste novo edifício.

Reforçada pelo recente reconhecimento entre as 230 nomeadas, com o prémio atribuído pela Bienal Ibero Americana de Arquitetura e Urbanismo, BIAU 2012 na categoria Publicações Periódicas, esta edição veio reforçar a inevitável cumplicidade que temos com o Brasil no trilho que temos vindo a traçar. Esta edição é dedicada a um edifício português projetado por um arquiteto brasileiro, Arq. Paulo Mendes da Rocha com a MMBB, estúdio de arquitetura de São Paulo e por uma equipa portuguesa, AFAConsult, BakGordon Arquitetos, Nuno Sampaio Arquitetos. Na segunda edição analisamos um edifício brasileiro, a Fundação Iberê Camargo em Porto Alegre, obra exemplar do Arq. Álvaro Siza, projeto galardoado em 2002 com o Leão de Ouro da Bienal de Veneza.

Com este número monográfico, revelamos a nova joia da Arquitetura Internacional e da Engenharia Portuguesa, o projeto e a obra do Novo Museu dos Coches de Lisboa.

Vítor Abrantes e Bárbara Rangel



Museu Nacional dos Coc

al hes



Paulo Archias Mendes da Rocha was born in 1928 in Vitória, Espírito Santo. He graduated in Architecture from Mackenzie University, College of Architecture and Urbanism in São Paulo in 1954. In 1959 he was invited by Vilanova Artigas to teach at the Architecture and Urbanism College of the University of São Paulo. He became a Full Professor at the College in 1998 and a Professor Emeritus in 2010. Amongst several awarded works, Paulo Mendes da Rocha received the Presidency of the Republic Grand Prize at the VI Bienal in São Paulo for his Ginásio do Clube Atlético Paulistano; he designed the Official Pavillion of Brasil at Expo 70 in Osaka; he is among the awarded finalists in the international competition for the Centre Georges Pompidou in Paris (1971); he designed the restoration of the Pinacotheca of the State of São Paulo, for which he was granted the Mies van der Rohe Prize for Latin American Architecture, in Barcelona (2000); "Pritzker Architecture Prize 2006". His works are recorded at MoMa - NY and Beaubourg - Paris and are published in several national and international journals and books: Gustavo Gili S/A, Barcelona, 1996, Blau, Lisbon, 1996; Cosac&Naify, São Paulo, 2000; Romano Guerra, São Paulo 2002, Niggli, Zurich, 2002 and Viana & Mosley, Rio de Janeiro 2004, Cosac & Naify, São Paulo, 2007, Rizzoli, New York, 2007 and 2 G Magazine Nº 45.

01 Introduction

This project brief concerns the design of the New Coach Museum, in particular the architectural contract drawings.

The design of the New Coach Museum was commissioned by Instituto de Turismo de Portugal (Portuguese Tourism Institute) and Parque Expo. This design has already gone through three stages, all of which have been approved by the owners. The owners have presented the previous design stages and consulted all of the authorities having jurisdiction and have registered their recommendations about design issues. These recommendations have been globally accepted, so this stage has only slight changes from the previous versions of the design.

02 Urban planning framework

The building will be located in an area covered by Lisbon's municipal master development plan, in a zone classified as "Mixed Urban Redevelopment Area".

03 General Concept of the Project

A design for the New Coach Museum raises two basic issues that influence primarily its architecture.

From a Museological point of view, a basic criteria for the display of its remarkable collection; from an urbanism point of view, the location of the Museum in the monumental area, covered by the Government program, "Rediscovered Belém".

Concerning museology, the design adopts a basic criteria that focuses on the concept of permanent conservation, for ever, of the treasures that are to be kept and visited. A visit should be considered in any of its possible forms +, as an intellectual construction in time. Art and technique in constant movement. Exhibits and Workshops, changing scenery. Sound and virtual images that are related to the original artifacts.

Concerning Urbanism, a spatial distribution that respects the integrity of the monumental area, in particular in the pedestrian routes of the existing tourist population that will certainly increase due to the growing vitality of the area.

Two events should be mentioned here: the pedestrian overpass, from Calçada da Ajuda to the gardens next to Tejo, the pier (that stretches from Av. Índia, Av. Brasília to the railway) and the restored buildings (Rediscovered Belém), along R. Junqueira, that limit the Museum's area to the North, former R. Cais da Alfândega Velha, with great symbolic value to the place. To stimulate local commercial activity. These are the foundations of the design that we are presenting, along with drawings and model pictures.

Project title

Coach Museum

Client

Frente Tejo

Location

Belém, Lisbon

Area

16.170 m²

Design start date

2008-2009

Construction start date

2009-

Architects

Paulo Mendes da Rocha

MMBB

Bak Gordon Arquitectos

Collaborators

Edison Hiroyama, Giovanni Meirelles, José Paulo Gouvêa, Luís Pedro Pinto,

Pedro Serrazina, Marina Sabino, Nuno Velhinho, Rui Cancela, Sónia Silva,

Vera Hígino, Walter Perdigão

Architectural coordinator

Nuno Costa

Engineers

AFA Consult

Paisagismo

PROAPz

Exhibition design

Nuno Sampaio, architect

Signage design

António Queirós Design

Engineering coordinator

Armando Vale

Designação do projeto

Museu Nacional dos Coches

Cliente

Frente Tejo

Localização

Belém, Lisboa

Superfície

16.170 m²

Início do projeto

2008-2009

Início da obra

2009-

Arquiteto

Paulo Mendes da Rocha

MMBB

Bak Gordon Arquitectos

Colaboradores

Edison Hiroyama, Giovanni Meirelles, José Paulo Gouvêa, Luís Pedro Pinto, Pedro Serrazina, Marina Sabino, Nuno Velhinho, Rui Cancela, Sónia Silva, Vera Hígino, Walter Perdigão

Coordenação Projeto de Execução Arquitetura

Nuno Costa

Engenheiros

AFA Consult

Paisagismo

PROAPz

Projeto Expositivo

Nuno Sampaio, arquiteto

Sinalética

António Queirós Design

Coordenação Projeto de Execução Especialidades

Armando Vale

Paulo Archias Mendes da Rocha nasceu em Vitória, no Espírito Santo, em 1928, e formou-se na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Univ. Mackenzie, São Paulo, em 1954. Convidado por Vilanova Artigas passou a lecionar na FAU da Univ. de São Paulo a partir de 1959. Professor Titular nessa escola em 1998. Recebe o título de professor Emérito em 2010. Com várias obras vencedoras em concursos públicos, é autor do projeto Ginásio do Clube Atlético Paulistano, que também recebeu o Grande Prêmio Presidência da República na VI Bienal de São Paulo, Pavilhão Oficial do Brasil na Expo'70, em Osaka; está entre os finalistas premiados no concurso internacional para o anteprojeto do Centro Cultural Georges Pompidou, em Paris (1971); projetou a reforma da Pinacoteca do Estado de São Paulo que lhe valeu o "Premio Mies van der Rohe de Arquitetura Latinoamericana", em Barcelona (2000). "Pritzker Architecture Prize 2006". Sua obra consta dos acervos do MoMa - NY e Beaubourg - Paris e está publicada em diversas revistas nacionais e internacionais e em livros: Ed. Gustavo Gili S/A, Barcelona, 1996, Ed. Blau, Lisboa, 1996; Ed. Cosac&Naify, São Paulo, 2000; Romano Guerra Ed., São Paulo 2002, Ed. Niggli, Zurique, 2002 e Viana & Mosley, Rio de Janeiro 2004, Cosac & Naify, São Paulo, 2007, Rizzoli, New York, 2007 e 2 G Revista N.º 45.

01 Introdução

A presente memória descritiva diz respeito ao Projeto do Novo Museu dos Coches, nomeadamente à fase de Projeto de Execução do Projeto Geral - disciplina de Arquitetura.

O Projeto do Novo Museu dos Coches cujo cliente é o Instituto de Turismo de Portugal e a Parque Expo, foi já objeto de três fases de projeto, designadamente a de Programa Base, Estudo Prévio e Projeto de Licenciamento (Anteprojeto), todas aprovadas pelo Dono de Obra. De forma a dar a conhecer os objetivos e características do projeto, o Dono de Obra optou por apresentar e consultar todas as entidades que deverão pronunciar-se sobre o presente projeto nas fases de Estudo Prévio e Projeto de Licenciamento, tendo recolhido pareceres dessas entidades. O conteúdo desses pareceres foi atendido na generalidade, pelo que a presente fase contém ligeiras alterações face à anterior e integra as recomendações já referidas.

02 Enquadramento Urbanístico

A presente proposta insere-se em área abrangida pelo Plano Diretor Municipal de Lisboa, categorizada como "Área de Reconversão Urbanística Mista".

03 Conceito Geral de Intervenção

Um projeto para as novas instalações do Museu dos Coches levanta, primordialmente para a arquitetura, duas questões básicas.

Do lado da Museologia, um critério básico para a exposição do notável património; do lado do Urbanismo, a implantação no recinto monumental, amparada no projeto governamental "Belém Redescoberta".

Na Museologia, o projeto adota um critério centrado na ideia da preservação definitiva, para sempre, do tesouro guardado e a um só tempo visitado. Considerada a visita sob todas as formas possíveis de desdobramentos quanto à memória histórica, enquanto construção intelectual no tempo. Arte e técnica em constante andamento. Exposições e Oficinas, cenários cambiáveis. Som e imagens virtuais associadas aos artefactos originais.

No Urbanismo, uma disposição espacial empenhada na integridade do recinto, principalmente no caminhar da população turística já presente e certamente ampliada com a nova vitalidade que surge.

É de se notar aqui, dois eventos: a passagem aérea de pedestre presumida, na sequência da Calçada da Ajuda até os jardins junto ao Tejo, no ancoradouro (transpondo Av. Índia, Av. Brasília, ferrocarril) e o conjunto de edificações preservadas (Belém Redescoberta), ao longo da R. Junqueira confrontando a norte com a área do Museu, antigo R. Cais da



The design includes two main parts: the main pavilion, with its suspended exhibition hall and an annex building with a reception, administration rooms, restaurant, auditorium, and that supports the pedestrian and cyclist access to the river, through ramps. This particular spatial distribution creates a portico, with the upper passage between both buildings, to the small inner square, a new front for the renovated buildings on R. Junqueira that might now appear as small cafés, book shops... in what was the Rua do Cais da Alfândega Velha, an interesting reconstitution of the same things. One would notice, the different levels of these spaces and their compatibility in the dynamics of passers-by, inside and out of what is, in its entirety, the Museum as a public place. Strictly protected and unpredictably open.

In addition to the emergency stairway required by law, access is made through special elevators for all visitors that also help regulate the capacity of the exhibition spaces. Special emphasis was given to the safety, the comfort and the support of Museum staff. On the opposite side, facing the Praça Afonso Albuquerque, in the same public terrace, is a large popular cafeteria, with tables on the street.

04 Square

The public square that stretches under the Museum's buildings to the rear of the buildings of Rua da Junqueira - Rua do Cais da Alfândega Velha - is a single, stone paved surface (granite cube 11 x 11 cm), where only the volumes that match the ground floor of the complex stand out. However the anchoring works in the Northern side of the square create a raised base for the buildings of Rua do Cais da Alfândega Velha that extends the possibilities for the access and use of the square, becoming a continuous and intricate place composed of small resting areas.

This solution allows the Museum square to be experienced on different scales and on different levels (using stairs and ramps), in other words, improving the use of the public place.

The corner formed by Rua da Junqueira and Praça Afonso de Albuquerque is marked by the presence of the annex building, which we will describe later, but also by the design of the pavements, which widen towards the Museum. To the West the terrain faces Praça Afonso de Albuquerque and although it is an absolutely public and permeable space, the presence of air pedestrian walkway is noticed as a striking element of the boundary of the intervention area.

The Museum square is perceived as a level surface, with a general elevation of 4.00 m, with slight warps that connect to surrounding roads and are required for the drainage system of the square itself.

The access to the square are numerous, since the buildings are not physical barriers, however, limited road access, as well as loading and unloading traffic, will be made through Praça Afonso de Albuquerque, in the space between the annex building and the Museum's Pavilion. Coach buses, however, can stop and park along Av. da Índia, without interfering with regular traffic or limiting the pedestrian nature of the square, leaving the visitors at the entrance of the Museum.

Trees will be planted in the Museum square that will define outdoor resting areas with appropriate urban furniture.

This volume includes many of the Museum's services and program areas, which will be described below. Several different tree species will be planted in the square, and placed to create a diversity of environments.

Lighting of this public space comes from the lower surfaces of the Museum, a kind of roof that covers the square that spreads the light across the area through a metal grid.



Alfândega Velha, com grande encanto para o lugar. Estimula a iniciativa do pequeno comércio local e particular. São estas as raízes do Projeto que agora, junto aos desenhos e imagens de modelo estamos apresentando.

Como se vê, a construção está proposta de modo dual; pavilhão principal com sua nave suspensa para as exposições e um anexo com recepção, administração, restaurante, auditório, e amparando estrategicamente a tomada, em rampas, para a passagem pública de pedestres e ciclável até ao Tejo. Esta peculiar disposição espacial cria um pórtico com a ligação aérea entre os dois edifícios de entrada para a pequena praça interna, um largo, para onde se voltam (uma nova frente) as construções preservadas na R. Junqueira agora abertas para o recinto na forma, eventualmente, de pequenos cafés, livrarias... no que era a Rua do Cais da Alfândega Velha, interessante recomposição da mesma coisa. Seria de se notar, as cotas destes espaços e sua interlocução na dinâmica dos passantes, por dentro e por fora do que é, na totalidade, o Museu enquanto um lugar público. Rigorosamente protegido e imprevisivelmente aberto.

Adotou-se, além das escadas de segurança exigidas por lei, todo o acesso feito através de elevadores especiais, que asseguram o acesso de todos os visitantes e o controle da capacidade dos espaços expositivos. Foi dada ênfase especial à parte de segurança e à do conforto e apoio aos funcionários do Museu. Na face oposta voltada para a praça Afonso Albuquerque, na mesma esplanada pública térrea, fica uma grande cafeteria com caráter popular, aberta e com mesas também nas calçadas.

04 Praça

A praça pública que se desenvolve por sob os edifícios do museu até ao tardo do conjunto edificado da rua da Junqueira - Rua do Cais da Alfândega Velha - é constituída por uma superfície unitária, pavimento

em pedra (cubo de granito 11 x 11 cm), onde apenas se destacam os volumes que correspondem ao piso térreo do complexo. No entanto a operação de ancoragem que se desenvolve no alçado Norte da Praça, criando um embasamento sobrelevado para os edifícios da Rua do Cais da Alfândega Velha amplia as possibilidades de acesso e utilização da praça ao constituir-se como um lugar contínuo e intrincado composto por pequenas áreas de estadia. Esta solução permite utilizar a praça do museu em diferentes escalas e em diferentes cotas (através de um conjunto de escadas e rampas), ou seja, potenciando a experiência do lugar público.

O gaveto constituído pela Rua da Junqueira e pela Praça Afonso de Albuquerque é marcado pela presença do Edifício Anexo, o qual descreveremos mais adiante, mas também pela solução planimétrica ao nível dos passeios, que aqui se alargam, projetando-se para o interior do espaço amplo do museu.

A Poente o terreno confronta a Praça Afonso de Albuquerque e embora seja absoluta a sua abertura enquanto espaço público e permeável, é de referir a presença da passagem pedonal aérea como elemento marcante do limite da área de intervenção.

A praça do Museu é entendida como uma superfície de nível, desenvolvendo-se maioritariamente à cota 4.00, sofrendo ligeiros empenos que garantem a ligação de cotas às vias envolventes ou os indispensáveis ao sistema de drenagem da própria praça.

Os acessos à praça são inúmeros, uma vez que os edifícios não constituem barreiras físicas, no entanto, considera-se que o acesso automóvel condicionado, bem como o acesso a cargas e descargas, se farão pela Praça Afonso de Albuquerque, no espaço entre o edifício Anexo e o Pavilhão do Museu. Os autocarros de turismo, pelo contrário, poderão parar e parquear longitudinalmente ao longo da Av. da Índia, em local próprio, sem



05 Exhibition Building

The Museum building is lifted from the ground (based on circular reinforced concrete columns). It is a box with white, light walls that collaborate with the steel structure. Small and carefully placed openings towards the outdoors are subtracted to the abstract and opaque volume of the large hall.

On the ground floor the volume of the entrance hall (where the cloakroom and the Museum Shop are located) is entirely limited by glazed surfaces creating a continuity with the outside of the square, while the volume of the private areas of the Museum is limited by opaque walls that enhance the Western, fully glazed limits of the coffee shop or the horizontal spans over the maintenance areas that allow not only the natural lighting of the spaces but also the visitors' perception of the everyday activities of the Museum.

Visitor access to the upper floor is made by two large lifts, each of which carries 75 visitors to the Museum at a time. Inside we find two exhibition halls marked by the varnished continuous structural concrete pavement, perimeter walls and a white suspended metal grid ceiling that supports all the piping, in particular the lighting. The longitudinal walls that define the central core of the Museum are characterized by the shape of its openings resulting from structural design of the central trusses and by the presence of showcases subtracted from the volume, that contemplate the exhibition discourse. The visit of the Museum is also marked by the elevated passage (16.10 m) from which the exhibi-

tion can be perceived as a whole and that gives access to the longitudinal balcony that opens over the river and which allows visitors a moment to rest outdoors.

The exhibition hall is characterized by 3 longitudinal halls. Two main 125 x 17 m halls (1.01 and 1.02) will house the permanent exhibition of the Coach Museum. In the central hall, beyond the transversal public crossings that are open to visitors, is the temporary exhibition area (1.05), with direct access from the entrance, and an area for workshops and daily maintenance (1.07), where the Carriage lift is located that communicates directly with the workshop on the ground floor level. Public toilets as well as areas for maintenance and cleaning of the Museum are located here. This central hall also houses the 5 service/emergency staircases of the exhibition pavilion.

On the top floor, occupation is limited to the central hall of the Pavilion since the side halls have double ceiling height (8.28 m) only crossed by the indoor passage that connects this pavilion to the administrative areas and allows a more exclusive visit to the exhibition from a top-down perspective.

The central hall includes the educational service (2.08) and two technical courtyards, placed at the ends of the building where HVAC systems are located.

In the volume where private and service areas are located, the following functional distribution can be observed: employee entrance with access to showers and changing rooms, foreman's office (0.18), employee



interferir com o tráfego regular ou sem pôr em causa a condição pedonal da praça, deixando os visitantes junto da entrada do Museu.

Na praça do museu está ainda prevista a plantação de alguns conjuntos arbóreos que definirão com a sua presença áreas de estadia nas exteriores acompanhadas de mobiliário urbano adequado.

Neste volume, encontram-se vários serviços e áreas programáticas do museu, das quais daremos conta mais adiante. Para esta Praça está prevista a plantação de diversas espécies arbóreas, criteriosamente colocadas estimulando a diversidade dos ambientes.

A iluminação deste espaço público tem origem nas superfícies inferiores do museu, espécie de teto da praça que, através da quadrícula metálica proposta espalha a luz pelo lugar público.

05 Edifício Expositivo

O edifício do museu desenvolve-se levantado do chão (assente em pilares circulares de betão armado), paralelepípedo de paredes brancas em sistema de paramentos aligeirados capaz de trabalhar em conjunto com a estrutura metálica resistente. Pequenas e criteriosas aberturas para o exterior são subtraídas ao volume abstrato e opaco da grande nave.

No piso térreo, o volume da entrada (onde se localiza o guarda volumes e a loja do museu) é inteiramente limitado por superfícies envidraçadas criando uma continuidade com o exterior da praça, ao passo que o volume das áreas privadas do museu é limitado por paredes opacas onde se destaca o limite ponte totalmente envidraçado da cafeteria ou

os vãos horizontais sobre as áreas de manutenção que permitem não só a iluminação natural dos espaços mas também a percepção por parte dos visitantes das atividades quotidianas do museu.

O acesso dos visitantes ao piso superior faz-se a partir de dois elevadores de generosas dimensões, capazes cada um deles de colocar 75 visitantes no interior do museu de cada vez. No interior encontramos duas naves expositivas marcadas pela presença do pavimento contínuo em betão estrutural afagado e envernizado, pelas paredes perimetrais absolutamente brancas e por um teto suspenso em quadrícula metálica que guarda todas as infraestruturas, nomeadamente a iluminação geral e expositiva. As paredes longitudinais que definem o núcleo central do museu são caracterizadas pela forma das suas aberturas decorrente do desenho estrutural das treliças centrais e ainda pela presença de vitrinas subtraídas ao volume da parede que contemplam o discurso expositivo. A visita do museu é também marcada pelo percurso à cota superior (16.10 m) permitindo uma leitura do conjunto expositivo e ainda o acesso à varanda longitudinal que se abre sobre o rio e que possibilita aos visitantes um momento de pausa ao ar livre.

O Pavilhão de Exposições é caracterizado por 3 naves longitudinais. Duas grandes naves laterais (1.01 e 1.02) com 125 x 17 m cada, onde se prevê a exposição permanente do Museu dos Coches. Na nave central, para lá dos atravessamentos transversais públicos abertos aos visitantes, encontramos ainda a área de exposições temporárias (1.05), com acesso direto desde a entrada, e ainda uma área de oficinas e manutenção

resting area (0.17), conservation room (0.20), vertical connections to the upper and lower floors (technical areas) and access to restoration areas. There, we find a space with an opening to the outside, the antechamber of artwork reception/platform (0.30) as well as the space for the purge chamber (0.31).

From here we can proceed to the lift that moves the carriages to the exhibition halls which can be crossed when not in operation, or move on to the maintenance workshops (0.28, 0.32) in a sequence of open spaces that can be sectioned to create a great variety of workspace uses.

Vehicle storage (0.29), with a capacity of about 9/10 vehicles is also open towards the previously mentioned areas, allowing the vehicles to be easily accessed by moving just the one or ones that are under maintenance at each moment.

Spaces for more sensitive storage, such as harnesses and horse-riding equipment (0.38), textiles (0.35), storage of various objects (0.36) or painting and documents (0.37), are specifically placed and absolutely closed, without natural light and with climate controlled in order to ensure maximum protection of the artifacts, but with easy access from the workshop areas.

This maintenance and restoration work area can be described as a kind of open central hall, with one front that serves as an access for vehicle storage and another for the storage of materials (0.34) and general storage for all activities relating to the arrival of new exhibition elements or to the preparation of exhibitions.

The ticket office (0.42) which is opposite the main entrance of the Museum, has access from this volume and hence to all areas of the Museum, particularly to administrative areas.

From the outside and in a central position in relation to the arrival and entry of visitors are the public toilets.

This building also has an underground area where some technical operations will be performed, namely the control room, cleaning services, garbage collection, repairing, disinfecting and storage of chemical products, transformer station and power generator as well as the fire system's water tanks.

06 Annex Building

The annex building, which is like an emptied structure, features the Auditorium volume built in painted apparent structural concrete with a roof that is covered by a sheet of water and the suspended volumes of the restaurant and administration area enclosed by large glazed surfaces parallel to structural trusses and protected by a mechanical shading system.

Inside the Annex are several vertical and horizontal passages, public and private, under a central lantern built in glass and structural steel. Although the characteristics of each building are purposely contrasting, confronting an opaque white closed volume with a very transparent apparent concrete structure, the finishes of each functional space, including pavements and ceilings are similar.

At the ground floor level, with a height of 8.5 m is the Auditorium volume, which is intended to function as a sort of covered terrace and not as a formal Auditorium. This is an informal space, for Museum visitors and for the educational service, where a horse-drawn carriage may pass through the side gates into the "stage" area.

This volume houses the reception and information desk (0.11), public toilets, as well as a shop (0.01) and a support area for the restaurant.

On floor 1 of the annex building is a large balcony over Rua da Junqueira, from which the auditorium can be reached, as well as the upper



passage towards Rua do Cais da Alfândega Velha.

On floor 2, the restaurant and the administration volumes are linked by two "bridges" that enjoy the large central space over the water sheet and under the lantern. The restaurant, facing West and with a view over the entire monumental area of Belém, works as a kind of open space where with a bar area (behind which there are sanitary facilities), the kitchen area and the dining room itself.

The administration volume enjoys open views over the Museum square and on the inside of the annex building from its privileged location. There we find the library (2.18), administrative services (2.27), board (2.24) and their support areas, meeting room (2.22) and areas for the curators, as well as sanitary facilities, technical areas, storage, a kitchen and rest area.

This area is directly connected to the exhibition building, through the building/bridge that links the two volumes of the Museum and that contains the functional space exclusively dedicated to the control, management and security of the Museum (2.14).

07 Car Parking

Concerning car parking, the project consortium would like to reaffirm its belief in the solution presented in the preliminary study as an integrated solution that, rather than serve the Coach Museum exclusively, should support car parking in the whole touristic and monumental area of Belém, proposing a solution that could eventually be repeated elsewhere along the river front.

However, since the proposed car silo solution was suspended, it was necessary to find an alternative that was based on the following study:

The excavation in the basement in the Museum's lot has always been discouraged for the following reasons:

a) Archaeological reasons that could derail the project, that are also expressed in the declaration of "Area of Potential Archaeological Interest", do not recommend any underground parking.

b) For reasons of soil sealing and construction difficulties related to the water level, due to the fact that land is in landfill.

c) Due to demanding construction deadlines that have always been an imperative in the development of the project.

diária (1.07), onde se aloja o monta-coches que comunica diretamente com a área de oficina ao nível do piso térreo. Existem ainda instalações sanitárias públicas bem como áreas destinadas à manutenção e limpeza do museu. É também nesta nave central que se localizam as 5 escadas de serviço/emergência do pavilhão de exposições.

No piso superior, a ocupação é limitada à nave central do pavilhão uma vez que os salões laterais possuem duplo pé-direito com uma altura de 8,28 m apenas atravessados pelo passadiço interior que estabelece a ligação entre este pavilhão e as áreas administrativas, e que permite ainda uma visita mais exclusiva deixando contemplar a exposição numa perspetiva aérea. Na nave central encontra-se serviço educativo (2.08) e ainda dois pátios técnicos a céu aberto, colocados nas extremidades do edifício para alojamento do equipamento dos sistemas de climatização.

No volume destinado às áreas privadas e de serviço, encontramos a seguinte distribuição funcional; entrada de funcionários com acesso às áreas de balneários e vestiários, gabinete do encarregado (0.18), área de descanso de funcionários (0.17), sala de conservadores (0.20), comunicações verticais para os pisos superiores e inferior (áreas técnicas) e ainda acesso às áreas de restauro e reservas. Aí, encontramos um espaço com abertura para o exterior que corresponde à antecâmara de receção de obras de arte/cais de embarque (0.30) como também o espaço destinado à câmara de expurgo (0.31).

Daí podemos passar à plataforma elevatória que transporta os coches para os salões de exposições a qual é percorrível quando não está em funcionamento, ou avançar para as áreas de oficinas de manutenção (0.28 e 0.32) numa sequência de *open spaces* capazes de se poderem sectionar e criar uma grande polivalência de usos dos próprios espaços de trabalho.

A reserva de viaturas (0.29), com capacidade para cerca de 9/10 viaturas estacionadas também se encontra aberta para as áreas anteriores, permitindo que as viaturas sejam facilmente acessíveis, deslocando apenas aquela ou aquelas que estejam a ser intervencionadas no momento.

Os espaços destinados às reservas mais sensíveis, nomeadamente arreios e acessórios de cavalaria (0.38), têxteis (0.35), reserva de objetos diversos (0.36) ou pintura e documentos (0.37), encontram lugares específicos e absolutamente encerrados, sem luz natural e com todas as condições de climatização de forma a garantir a máxima proteção do espólio, mas com acesso franco desde as áreas de oficina.

Este ambiente de trabalho de manutenção e restauro pode descrever-se como uma espécie de nave aberta central, com uma frente destinada às áreas de reservas e outra destinada ao armazenamento de materiais (0.34) e outros arrumos para todas as atividades relativas à chegada de novos elementos expositivos ou preparação de exposições.

A bilheteira (0.42) que se encontra de frente para a entrada principal do museu, tem acesso a partir deste volume e daí a todas as áreas do museu, nomeadamente às áreas administrativas.

Já a partir do exterior e numa posição de máxima centralidade em relação à chegada e entrada de visitantes encontram-se as instalações sanitárias públicas.

Esta construção possui ainda uma área em subsolo onde estão alojadas algumas funções técnicas, nomeadamente a central técnica, serviços de limpezas, lixos do museu, oficina de reparação, desinfeção e armazenamento de reagentes, posto de transformação e grupo gerador bem como os depósitos de água relativos ao sistema de incêndio.

06 Edifício Anexo

No edifício anexo, que se constitui como uma espécie de estrutura esvaizada, destaca-se o volume do auditório construído em betão estrutural

aparente pintado e cuja cobertura é um espelho de água ou ainda os volumes suspensos do restaurante e da administração cujos limites se constroem através de grandes superfícies envidraçadas paralelas às treliças estruturais e protegidas por sistema mecânico de sombreamento.

No interior do Anexo organizam-se diversos sistemas de comunicações verticais e horizontais, mais públicos ou mais privados, todos sob um lanternim central construído em vidro e estrutura metálica. Ainda que as características de cada edifício sejam propositadamente contrastantes, confrontando um volume branco opaco e encerrado com uma estrutura em betão aparente e muito transparente, os acabamentos de cada espaço funcional, nomeadamente pavimentos e tetos são semelhantes em ambos.

Ao nível do piso térreo e com 8,50 m de altura encontra-se o volume do auditório, o qual aliás pretende funcionar como uma espécie de arquibancada coberta e não como auditório formal. Trata-se de um espaço de natureza informal, destinado aos visitantes do museu e ao serviço educativo onde, através da abertura dos portões laterais será possível fazer passar um coche puxado a cavalo pelo interior da área de “palco”.

Este volume alberga ainda a receção e balcão informativo do museu (0.11), instalações sanitárias públicas, bem como uma segunda loja para concessão (0.01) e uma área de apoio destinada ao restaurante.

No piso 1 do edifício anexo desenvolve-se uma generosa varanda sobre a Rua da Junqueira, a partir da qual se pode aceder ao auditório ou ainda atravessar entre a passagem aérea e a rua do Cais de Alfândega Velha.

No piso 2 o volume do restaurante e o da administração são ligados por duas “pontes” que desfrutam da grande espacialidade central sobre o espelho de água e sob o lanternim. O restaurante, voltado a poente e com uma amplitude visual sobre toda a área monumental de Belém, funciona como uma espécie de *open space* onde se podem distinguir a área do bar (atrás da qual se encontram as instalações sanitárias), a área da cozinha e o salão de refeições propriamente dito.

O volume da administração tira partido das visuais abertas sobre a praça do museu e ainda sobre o interior do edifício anexo desde a sua localização privilegiada. Aí encontramos a biblioteca (2.18), as áreas de serviços administrativos (2.27), direção (2.24) e suas áreas de apoio, sala de reuniões (2.22) e ainda áreas destinadas aos curadores, para lá de instalações sanitárias, áreas técnicas, arrumos bem como uma área de copa e descanso para todos os administrativos.

É a partir deste espaço que se estabelece a relação direta com o edifício expositivo, através do edifício/ponte que liga os dois volumes do museu e que contém no seu interior o espaço funcional exclusivamente dedicado ao controlo, gestão e segurança do museu (2.14).

07 Estacionamento Automóvel

Relativamente ao estacionamento automóvel, o consórcio projetista gostaria de reafirmar a sua convicção na solução apresentada na fase de Estudo Prévio, como solução integrada que, mais do que responder exclusivamente ao Museu dos Coches, se propunha amparar a questão do estacionamento ao nível de toda a área turística e monumental de Belém, propondo deste uma solução que poderia eventualmente vir a ser repetida noutros pontos da frente de rio.

No entanto, uma vez suspensa a solução do silo automóvel proposto, foi necessário encontrar uma alternativa que se baseou no seguinte estudo:

A escavação em subsolo no lote do museu sempre foi desaconselhável pelas seguintes razões

a) Por razões Arqueológicas que poderiam inviabilizar o empreendimento,



d) To avoid affecting existing nearby buildings, some of which very old and in poor condition.

However, after a study carried out at the request of the owner, it was possible to conclude that the vast majority of visitors to the Coach Museum use collective tourist transportation, often to the entire monumental area of Belém and not just to a specific museum.

Furthermore, the Auditorium of the Museum is actually a space that complements its functional program, mostly dedicated to educational service. Therefore, it should not be considered as a stand-alone program.

Thus this proposal describes a solution which should be complemented with an integrated assessment of the issue of car parking in the whole tourist area of Belém. The proposal considers surface parking for 52 vehicles, 4 which for disabled visitors in the eastern side of the lot, near the entrance to the Museum; it also considers the use of the car park near Avenida de Brasília with a capacity of about 150 cars and which is currently quite underused.

08 Cycling and Pedestrian Overpass

Continuing the concept of public/private space behind the whole project, the overpass begins "inside" the annex building, at an elevation of 5.20 m, where three sections of 3 m wide ramps lead to a height of 10.27 m, leaving the South face of the annex at a slight angle, and passing through the whole front of the Museum, arriving at height 11.80 m. The railway is therefore crossed 7.5 m above the rails, measured from the bottom of the structure, at its most unfavorable point.

After crossing over the train line, the overpass begins its descent, unfolds in two other sections and arrives near the river at the level of the garden (4.00).

In order to increase the use of this overpass, two additional stairs were introduced, one next to Av. da Índia that limits the Southwest corner of the Museum square in a wavelike shape and another to the South of the overpass to allow faster access to Avenida de Brasília. This passage is also served by an elevator.

As for access from the overpass to Belém train station, and by request of REFER and the owner, steel stairways were introduced as well as lifts between the platform and the overpass, in both directions. This required the platforms and the limits of the train station to be redrawn, being of greater significance the transformation in the Lisbon-Cascais platform.

Lisbon, December 2010

Paulo Mendes da Rocha, architect

Ricardo Bak Gordon, architect



aliás também expressas na classificação da “Área de Potencial Valor Arqueológico”, desaconselhava qualquer estacionamento em subsolo pela CML.

- b) Por razões de impermeabilização dos solos e dificuldades construtivas que se levantam particularmente devido ao nível freático, ao facto de se tratar de terrenos em aterro.
- c) Por uma questão de celeridade face à construção do empreendimento, situação que sempre foi imperativa no desenvolvimento do projeto.
- d) Evitando afetar as construções existentes na envolvente próxima, algumas delas muito antigas e em precário estado de conservação.

No entanto, e após estudo efetuado a pedido do dono de obra, foi possível concluir que a grande maioria dos visitantes do Museu dos Coches se deslocam ao museu em transporte turístico coletivo, muitas vezes com destino a toda a área monumental de Belém e não apenas a um museu especificamente.

Também se refere que o auditório do museu, é na verdade um espaço complementar do seu programa funcional, maioritariamente dedicado ao serviço educativo, ou seja não deverá ser considerado como um programa autónomo.

Deste modo a proposta que se apresenta, configura uma solução que deverá ser complementada com uma leitura integrada da questão do estacionamento automóvel em toda a área turística de Belém. A proposta considera um estacionamento à superfície de 52 lugares, sendo 4 deles para pessoas com mobilidade condicionada no extremo nascente do lote, na proximidade da entrada do museu; prevê-se ainda a utilização do estacionamento do lado da Av. de Brasília onde é possível estacionar cerca de 150 automóveis, o qual está hoje bastante subutilizado.

08 Passagem Superior Pedonal e Ciclável

Prosseguindo o conceito de espaço público/privado subjacente a todo o projeto, a passagem superior tem início “dentro” do edifício do anexo, à cota 5.20, onde através de três tramos de rampa com 3 m de largura se acede à cota 10.27 saindo de ligeiramente inclinada desde a face sul do anexo, e atravessando toda a frente do museu, até chegar à cota 11.80, ou seja permitindo o atravessamento sobre a linha de caminho de ferro, 7.5 m acima dos carris e contados da parte inferior da estrutura, no ponto mais desfavorável.

Após a travessia por sobre a linha do comboio, a passagem superior inicia a sua descida, até se desdobrar em outros dois tramos, e assim aceder à cota do jardim (4.00) junto ao rio.

No sentido de multiplicar as hipóteses de utilização desta passagem superior foram introduzidas duas escadas complementares, uma junto à Av. da Índia definindo num gesto ondulante o vértice sudoeste da praça do museu e outra a sul da passagem aérea de modo a permitir um acesso mais veloz à Av. de Brasília, esta última também servida por um elevador.

Quanto aos acessos e acessibilidades desde a passagem superior à estação ferroviária de Belém, e por solicitação da REFER e dono de obra foram introduzidas escadas metálicas e elevadores entre os cais de embarque e a passagem aérea, em ambos os sentidos, tendo para isso sido necessário redesenhar as plataformas e os limites da estação ferroviária, sendo de maior significado a transformação na direção Lisboa-Cascais.

Lisboa, dezembro de 2010

Paulo Mendes da Rocha, arquiteto

Ricardo Bak Gordon, arquiteto

to tammar coisas the size things

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Let's try to find out how your method of work articulates with architecture and engineering. Do you see architecture as a meta-discipline that seeks to bring together interdisciplinary knowledge?

Paulo Mendes da Rocha: Yes, I do absolutely consider it a meta-discipline. We are working the imagination... Nowadays, global awareness has given architecture an extraordinary importance in the context of knowledge within universities, as it calls upon knowledge on the issue of construction of the contemporary city, which is, after all, the habitat of man. Architecture doesn't stay still, it moves ahead with the concept of a peculiar form of knowledge, specific to the hu-

man race itself. Awareness of the building of what one imagined, in other words, everything we do was there before in the imagination. The only way of existing before in the imagination is, in a constructive manner, combined with all the other ingredients of desire. It's a goal, a form of knowledge.

CdO: In this sense, what is the importance of technology in architecture?

PMR: It is almost as indispensable as in language, in the forms of building. Amongst ourselves we say, it's not just me: 'Words are to a poet what stones of a cathedral are to us': it's a construction. It's a beautiful image that perhaps they created at my school. Imagine, words melted into me. Whole. Words. If you break this verse down for someone who doesn't know it, they'll say: What's this? That's nothing, you take one word

here, one there, another there... Everything for us is construction: life itself, home life, the measures you take to exist. In my opinion, it's a vision of architecture. From a purely practical point of view, you can copy, adopt rules and methods, and establish many ideas about culture, group and keep replicating them. To me, this is flags, and they're not the most interesting forms. I don't see much interest, particularly today, in distinguishing between a Brazilian or a Hungarian architect.

CdO: Do you see technology more as a language or as a working method?

PMR: Technology is absolutely essential. It's as much one thing as the other. I'll tell you a story: Here in Brazil there was a famous anthropologist and scientist, who was Minister of Culture in Brasília at an interesting time before that aw-

enho das of

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Vamos tentar descobrir como é que o vosso método de trabalho se articula com a arquitetura e a engenharia. Vê a arquitectura como uma meta-disciplina em que procura cruzar o conhecimento interdisciplinar?

Paulo Mendes da Rocha: Absolutamente, uma meta-disciplina a trabalhar a imaginação... Hoje em dia, a consciência mundial faz com que a arquitetura passe a ter uma importância extraordinária no âmbito do conhecimento dentro das universidades, como solicitante do conhecimento na questão da construção da cidade contemporânea, e finalmente, do habitat do homem. A arquitetura não é para ficar onde está, ela avança com o conceito de uma forma peculiar de

conhecimento, muito própria do género humano. Ou seja, tudo o que fazemos existe antes na imaginação, a consciência sobre a edificação daquilo que se imaginou. A única maneira de existir antes na imaginação é, de uma forma construtiva, estar associada a todos os outros ingredientes do desejo. É uma meta, uma forma de conhecimento.

CdO: Nessa linha, qual a importância da tecnologia na arquitetura?

PMR: Ela é indispensável nas formas de construir, quase como na língua a linguagem. Entre nós se diz, não digo isso sozinho: "As palavras estão para um poeta, como para nós as pedras da catedral": é construção. Uma imagem bonita que fizeram talvez na minha escola. Imagine um verso que conheço muito bem, palavras fundidas em mim. Inteiras. Palavras. Se desmanchar esse verso a uma pessoa que não o conhece, ele diz: O

que é isso? Isso não é nada. Você pega nessa palavra aqui, outra aqui, outra ali... e volta a fazer o verso. Tudo para nós é construção. A própria vida, a vida doméstica, as providências que se tomam para existir. Na minha opinião, isto é uma visão de arquitetura. Do ponto de vista puramente prático, você pode copiar, adotar regras e métodos, e fixar muitas ideias em torno de cultura, e ficar reproduzindo. Para mim, isso são bandeiras, não são as formas mais interessantes. Não vejo muito interesse, hoje particularmente, em distinguir se o arquiteto é brasileiro ou se é húngaro.

CdO: Vê a tecnologia mais como uma linguagem ou como um método de trabalho?

PMR: A tecnologia é absolutamente indispensável. Tanto uma coisa como a outra. Vou-lhe contar uma história: Lá no Brasil existiu um famoso antropólogo e cientista, que foi ministro da cultura em

ful military coup by Darcy Ribeiro. At the newly opened University of Brasília, we decided to hold an exhibition of construction technologies. The prominence of prefabrication was in vogue, or even under discussion, particularly in concrete (which was not very common) to address problems of quantity, because there was a shortage of houses. They decided to do an exhibition in the city on prefabrication techniques, on-site demonstrations. When they went to speak with the Minister of Culture during the preparation of the exhibition, he said that not only did he support it, but he would also provide one of the exhibits. He simply did this: using a means he had of approaching the indigenous population, he called a group of Indians (who still exist there) to come on foot, alone, and in every place they passed choose the timber to build one of their peculiar houses. The tribe lives in just one house. It's a circular dwelling of 50 metres in diameter, for 100-200 people. It's a hollow that looks like a sea urchin. It's open in the centre. They live in a ring around it that's open because of the fire: there's a big fire in the centre. It's open air and there's a covered strip of 8-10 metres around it. The way they do this is perfect! The woods are in a sense pre-existing, not prefabricated but they're not standard. What do they do? They fix the timber, the poles, then they bend them with a length of vine nailed to the ground. With the torque, which can be regulated, that is like a circle, a perfect circular ring. Inside, it's slung with nets and they live in a collective manner. The collaboration of Darcy Ribeiro for that technology exhibition was to display an extraordinary event! That group erected the entire hollow in two weeks, with resources that were lying around, after walking miles in the midst of the mountains. It could have been a bluff, it could have been timber from a truck! In any event, the scenario is very interesting. Today we would say that it's pre-tensioned, both the beams and the cable. It's very beautiful!

Rui Furtado: It's all invented.

PMR: It's all invented, because – to support what Rui said – if necessary, we invent what has not yet been invented. The issue is that one of the

major ingredients of technology and invention is urgency.

CdO: I want to ask a question about technology. School of São Paulo, Philosophy, School of Architecture linked to Philosophy. How do you see this connection between architecture and another group of sciences, such as philosophy and thought in general? Do you consider thinking is critical to guide architectural creation?

PMR: I think it's vital, absolutely indispensable, it's the beginning. You invoked a slightly recurring image, this story of the Paulista school (many get confused, mainly ill-advised critics, thinking it's a particular style, the exposed concrete, the minimalism, all nonsense...). If you can't find a pigeon hole for it, people feel lost! They don't have the confidence that what is "lost will be found." No! They have to find it immediately, and it ruins everything... One distinguished professor, Vilanova Artigas, was fond of saying: "I am sure that you cannot teach architecture, but you can educate an architect." That's the key to what we call the Paulista School, in my opinion. First of all, you need to understand that there's nothing new. It's not a school that starts anything, but it invites awareness about this issue, which then becomes fundamental indeed. It's like saying that all the other schools are also like this, but perhaps without the sharpness and energy! The autonomy of the School of Architecture was the opportunity and a favourable space, because it was simply a course at the Polytechnic School and the Faculty of Philosophy, Science and Letters at the University of São Paulo. It had already been inaugurated with this spirit of non-independence between critique and technique. For us, it's like saying in opposition that plenty of technique is not very good.

CdO: In Portugal we say too much of a thing is good for nothing.

PMR: A certain hunger, a certain lack of food is part of high cuisine. You eat raw, as someone said.

CdO: Do you see this allure of technology as a modernist vision or a classical methodology?

PMR: It is eternal in human consciousness! It's what we call a timeless thing like, for example,

our origin. The thing was ensured by the coincidence between the formation of consciousness and language, the sense of urgency!

CdO: But this allure that comes from technology, present in your work, is a modernist vision or a methodology? Provoking you a little, does it come more from your engineer father or from Brazilian modernists such as Vilanova Artigas?

PMR: I don't distinguish the two, that's the thing. With all due respect and affection imaginable for my father, because I liked him a lot. I see the issues of architecture as higher engineering designs. I understood who my father was better when I met Artigas actually. I met Artigas quite late, he wasn't my teacher, since I graduated from another school. I was invited by him, with great ceremony, to be his assistant after that Paulistano competition. It didn't start out as a remarkable work (it's not me saying it). It became remarkable precisely for the constructive ingenuity, on which it depended a lot in its actual realisation, by an engineer, Tulio Stucky, who was involved with the construction company that built it and we developed the idea, we applied the idea of suspension cables, etc. I was lucky. The circle as an undeformable figure, once subjected to homogeneous forces. Very interesting! And why? I didn't get to a technology I'd chosen before. I arrived at the concept of a large span as a space needed for this interplay. It could be achieved with a suspended structure, with the great contradiction of a lesser height in the centre where it rests. I imagined suspending a ring, etc. The technology that we ended up adopting was prompted by what was known to do what I wanted, which was not to do it in heavy concrete, in a large span. Maybe because we did not know very well how to do it.

CdO: So it seems to me that you follow a quasi-scientific methodology to address the problems. Is that your way of approaching problem-solving in architecture?

PMR: The idea of science is behind everything: tension, gravity, stability of construction, soil

Figure 01 – Clube Atlético Paulistano, Paulo Mendes da Rocha e João De Gennaro, São Paulo, 1957-61. Cross section.

Brasília, numa época interessante, antes daquele horrível golpe militar, o Darcy Ribeiro. Na Universidade de Brasília, recém-inaugurada, resolveu-se fazer uma exposição de tecnologias de construção. Estava em voga, ou em discussão mesmo, a proeminência da pré-fabricação, particularmente em concreto (que não era muito comum) para enfrentar problemas de quantidades, pois faltavam muitas casas. Resolveram fazer uma exposição, na cidade, de técnicas de pré-fabricação com demonstrações no espaço. Quando foram falar com o ministro da Cultura para preparar a exposição, falou: não só apoio, como vou fornecer um dos espetáculos. Fez simplesmente o seguinte: usando uma estrutura que ele tinha de aproximação à população indígena, convocou um grupo de índios (que ainda existem por lá), para virem a pé, sozinhos, e em todos os lugares, escolherem as madeiras para construir uma das suas peculiares construções de habitação no local da exposição. Essa tribo mora numa casa só, uma construção circular de 50 metros de diâmetro, para 100 a 200 pessoas. É uma oca que parece um ouriço-do-mar aberta no centro por causa do fogo. Habitam no anel, uma faixa coberta de 8/10 metros em volta de uma grande fogueira no centro a céu aberto. A forma como eles fazem isso é perfeita! As madeiras são num certo sentido preexistentes, para não dizer pré-fabricadas, mas não possuem um padrão. O que é que eles fazem? Fixam as madeiras, as varas, depois as vergam com um tirante de cipó cravado no chão. Com a tensão, que pode ser regulada, aquilo fica como uma figura de círculo, um anel circular perfeito. Ali dentro armam-se as suas redes e vivem de uma forma coletiva. A colaboração do Darcy Ribeiro para aquela exposição de tecnologia foi exibir um evento extraordinário! Em 15 dias aquele grupo montou a oca inteira, com os recursos que havia em volta, depois de andar quilômetros no meio do serrado. Podia haver algum bluff, pode ser madeira de camião! Em todo o caso, a encenação é muito interessante. Hoje nós diríamos que é pré-tensionado, tanto as vigas como o cabo. É muito lindo!

Rui Furtado: Está tudo inventado.

PMR: Está tudo inventado, porque – para amparar o que disse o Rui – aquilo que ainda não está inventado, se for necessário, nós inventaremos. A questão é que um dos grandes ingredientes da tecnologia e da invenção é a urgência.

CdO: Quería fazer uma pergunta sobre tecnologia. Escola de São Paulo e Filosofia e a Escola de Arquitetura ligada à Filosofia. Como vê essa ligação da arquitetura a outros grupos de ciências, como a Filosofia e o pensamento em geral? Considera o pensamento decisivo para guiar a criação arquitetónica?

PMR: Eu acho indispensável, absolutamente indispensável, é o início. Você solicitou uma imagem um pouco recorrente, essa história da escola paulista (muitos confundem, principalmente críticos desavisados, pensam que é um determinado estilo, o concreto aparente, o minimalismo, uma bobagem...). Se você não arranja uma gaveta, o pessoal sente-se perdido! Não se tem confiança de que “perdido, eu vou-me encontrar”. Não! Tem que se encontrar logo e estraga tudo... Um professor ilustre, Vilanova Artigas gostava de dizer: “Eu tenho a certeza que não se pode ensinar arquitetura, mas pode-se educar um Arquiteto”. Essa é a chave do que nós chamamos Escola Paulista, no meu entender. Antes de mais nada, precisa de entender que não tem nada de novo. Não é uma escola que inaugura coisa alguma, mas é convocação de consciência sobre essa questão que, então sim, é fundamental. É como se dissesse que todas as outras escolas são assim também, mas talvez sem essa nitidez e essa energia! A autonomia da Escola de Arquitetura foi a oportunidade e o campo propício, porque ela era simplesmente um curso da Escola Politécnica e da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras, da Universidade de São Paulo. Ela já foi inaugurada com esse espírito de não independência entre crítica e técnica. Para nós, é como se dissesse por contradição que a abundância da técnica não é muito bom. Uma certa fome, uma certa falta de comida faz parte da alta colunária.

CdO: Vê este encanto da tecnologia como uma visão modernista ou uma metodologia clássica?

PMR: Ela é eterna na consciência humana! É o que nós chamamos uma coisa de sempre como, por exemplo, a nossa origem. A coisa foi assegurada pela concomitância entre a formação da consciência e da linguagem, a ideia de urgência!

CdO: Mas este encanto que vem da tecnologia, presente na sua obra, é uma visão modernista ou uma metodologia? Provocando-o um bocadinho, vem mais do seu pai engenheiro ou dos modernistas brasileiros, como o Vilanova Artigas.

PMR: Vejo as questões da arquitetura como os altos designios da engenharia. Eu não distingo os dois, aí é que está, com todo o respeito e carinho pelo meu pai que se pode imaginar, pois eu gostava muito dele. Vi melhor quem era meu pai, quando conheci o Artigas, inclusive. Conheci o Artigas tarde. Ele não foi meu professor pois formei-me noutra escola. Fui convidado por ele, com grande cerimónia, para ser seu assistente depois daquele concurso do Paulistano. Não nasceu como uma obra notável (não sou eu que digo). Ela tornou-se notável justamente pela engenhosidade construtiva que dependeu muito, na sua realização efetiva, de um engenheiro, o

Túlio Stucky. Estava envolvido com a construtora que ia construir aquilo e fomos desenvolvendo a ideia, realizamos a ideia da suspensão em cabos, etc. Foi a minha sorte... O círculo como uma figura indeformável, uma vez submetido a forças homogêneas. Muito interessante! E porquê? Eu não cheguei a uma tecnologia que tenha escolhido antes. Cheguei ao conceito de grande vão como um espaço necessário para esses jogos. Podia-se conseguir com uma estrutura pênsil, com a grande contradição de um pé-direito menor no centro onde apoia. Imaginei pendurar um anel, etc. Mas a tecnologia que nós acabamos adotando foi convocada daquilo que se sabia para fazer o que eu queria, que é não fazer em concreto pesado, em um grande vão. Talvez até porque não soubéssemos bem como fazer!

CdO: Sendo assim, parece-me que segue uma metodologia quase científica a abordar os problemas. É essa a sua forma de aproximação à resolução de um problema de arquitetura?

PMR: A ideia da ciência está atrás de tudo isso: tensão, força de gravidade, estabilidade da construção, mecânica dos solos, mecânica dos fluidos... A questão da arquitetura como coisa sólida. Talvez a minha formação, nessa ligação com a engenharia, que você já me colocou, contenha dados intrigantes. A especialidade de meu pai era justamente navegação interior, portos, rios e canais, ou seja, águas. Essa administração da mecânica do universo, pela via da fluidez da água que parece impossível, é que me fez desenvolver uma visão desassombrada da questão da estabilidade das construções, ainda que tudo seja instável. No fundo é a nossa posição: perdidos neste pequeno calhau. Abandonados aí no universo. Abandonados, *ma non tropo* (como dizem os italianos) submetidos às leis da mecânica. Esta é a chave do conhecimento de qualquer visão construtiva, que pode chegar até às palavras. O léxico não é nada sem a sintaxe.

CdO: Aliás, nos textos que fui lendo nas várias entrevistas que lhe fizeram, falava-se muitas vezes num princípio de Vilanova Artigas: “se formulas bem uma pergunta já tens 90% do trabalho feito”.

PMR: É verdade! Eu gostaria até de o realçar para fazer o Artigas balançar na corda! É aí que começa o trabalho. Um trabalho digno de ser trabalhado. Não é mais um esforço subjetivo, é um esforço objetivo.

CdO: Passando agora para o Museu dos Coches...

PMR: Trabalhei com um extraordinário engenheiro em São Paulo, Sigeru Mitsutami (descendente

.....
Figura 01 – Clube Atlético Paulistano, Paulo Mendes da Rocha e João De Gennaro, São Paulo, 1957-61. Corte transversal.



02

mechanics, fluid mechanics... The question of architecture as something solid, maybe my training in this connection with engineering that you have already identified, contains intriguing data. A child doesn't know it yet, but is delighted to see it. My father's specialty was inland waterways, harbours, rivers and canals, in other words, water. This management of the mechanics of the universe through the fluidity of water that seems impossible, is what made me develop an open view on the question of stability of buildings, although everything is unstable. It's our position really: lost in this little rock. Abandoned in the universe. Abandoned, *ma non troppo*, as the Italians say, subject to the laws of mechanics. This is the key to knowledge of any constructive vision, which can even apply to words. The lexicon is nothing without the syntax.

CdO: Incidentally, I was reading the texts of several interviews that you did, and you often spoke about a principle of Vilanova Artigas: "if you form a question really well, you already have 90% of the job done."

PMR: It's true! I would even like to emphasise it to make Artigas teeter on the brink! That's where the work begins. A job worth doing. It's no longer a subjective effort, it's an objective effort.

CdO: Turning now to the Coach Museum...

PMR: I have worked with an extraordinary en-

gineer in Sao Paulo, Sigeru Mitsutami (of Japanese descent), educated at the Polytechnic, with whom I did much of the subsequent work. Not knowing about this extraordinary invitation to do the Coach Museum, but knowing how interesting this was, I thought that I would only make the project if I could count on the support of this engineer that I met on a visit I made to Portugal. I made two interesting visits here, and discovered Rui Furtado. On the first, I found him personally at the stadium in Braga. I was taken there by a friend from Portugal just like that, on the eve of the inauguration, without telling anyone. When I got there, Eduardo [Souto de Moura] and Rui were getting things ready for the opening, making sidewalks and completing the work. They caught me and walked me around the whole work. They showed me the spiking in the rock. It reminded me a lot of the Indians. I talked a lot with him. I was delighted and often when I feel delighted with things, I don't stop talking. We decided to remain friends forever but we rarely see each other. On another occasion - it's easy to imagine the passage of time by episodes - someone took me to see Casa da Música in Porto. Rui was not there but they told me that it had been him doing the engineering work, which wasn't yet completed but was almost ready. Then, on that occasion, in my eagerness to eventually ac-

cept the invitation, I called Rui telling him my circumstances, to see if he would join me eventually. He immediately said yes. I said: it's all done. And on this occasion I was delighted. Something I already knew came up again, that is very interesting in architecture: while you may not know exactly what you have to do, you can be sure of what you should not do. It's slightly linked to the idea of knowing how to formulate the questions. The road is open but is not resolved: you can get lost on the way that you've opened. So, yes, there's a very interesting question of collaboration: to pursue precisely the good things along that way, because it's very easy. It's the image of a course made of discovered, existing, diverging paths. There's an anti-beauty - I don't know if you have this word - it's a strategic path that someone invents to get there. I saw clearly what we don't want to do there: the big question is what size should this necessarily large building have? The size of things is very interesting in architecture, and the numbers are a bit abstract, so many square metres, but who might have a view of the size of things? And this huge building seemed that it would destroy the place. The first issue that you see is that this whole enclosure has an incredible museum value. There is

Figure 02 - Aerial view.

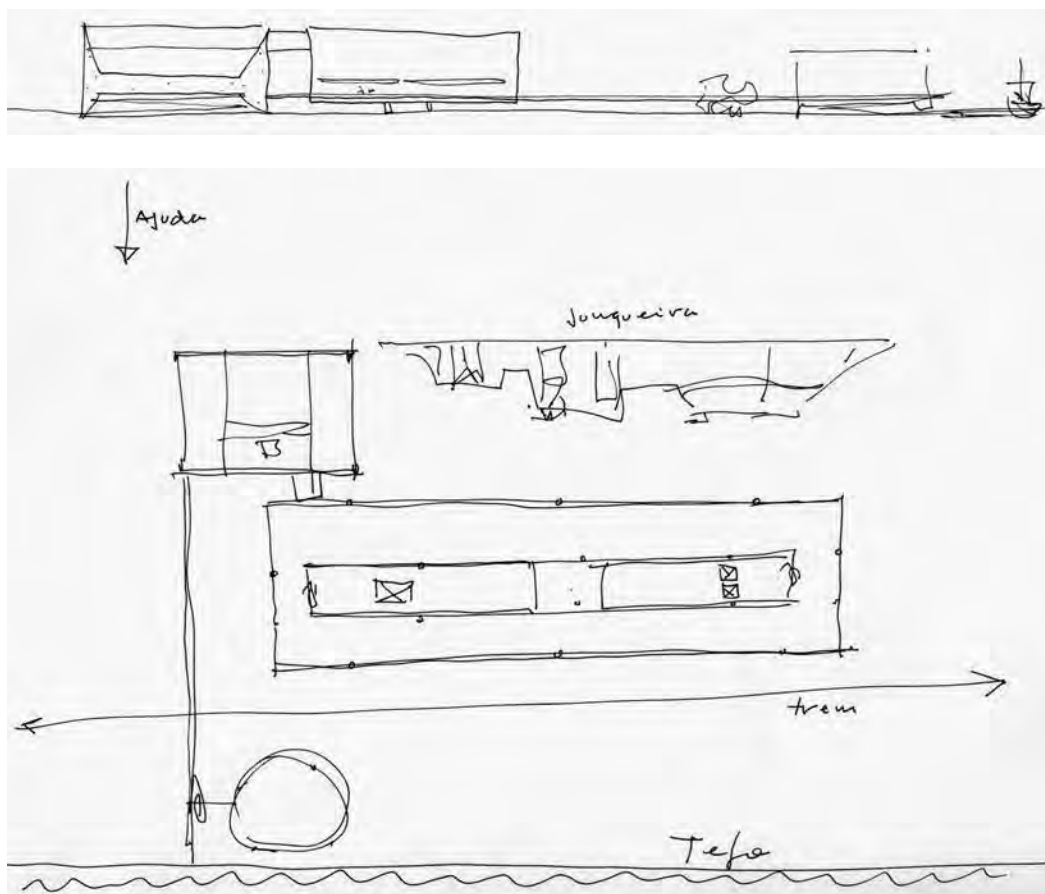


de japoneses), formado na Escola Politécnica, com quem fiz grande parte do trabalho subsequente. Não sabendo deste extraordinário convite para fazer o Museu dos Coches, mas sabendo da graça que isto tinha, pensei comigo que só iria fazer o projeto se pudesse contar com o apoio daquele engenheiro que eu conheci numa visita que fiz a Portugal. Fiz duas visitas interessantes aqui, em que surgiu o Rui Furtado. Na primeira, encontrei-o pessoalmente, no estádio de Braga. Eu fui lá levado sem mais nem menos, nas vésperas da inauguração por um amigo de Portugal, sem avisar ninguém. Chegando lá, estavam o Eduardo [Souto de Moura] e o Rui, justamente aprontando as coisas para a inauguração, concluindo a obra. Eles me pegaram e me fizeram ver a obra inteira. Quando me mostram a cravação na rocha, lembrei-me muito dos índios. Falei muita coisa com ele, fiquei encantado. Geralmente e quando fico encantado com as coisas, não paro de falar. Decidimos ficar amigos para o resto da vida mas vemo-nos pouco. Em outra ocasião – é fácil imaginar a distância do tempo pelos episódios – alguém me levou para ver a Casa da Música no Porto. O Rui não estava lá mas disseram-me que tinha sido ele a fazer o projeto de obra, não estava concluída, mas estava praticamente pronta. Aí, naquela ocasião, na minha aflição para eventualmente aceitar o convite, te-

lefonei ao Rui dizendo de toda a minha circunstância, para ver ele eventualmente se associaria para fazer o projeto. Imediatamente, ele disse que sim. Pensei: está tudo feito. E nessa ocasião fiquei encantado. Mais uma vez surge uma ideia, que é muito interessante na arquitetura: se você não sabe exatamente o que tem de fazer, você pode ter certeza, por outro lado, aquilo que não deve fazer. Está um pouco ligado à ideia de se saber formular as questões. O caminho está aberto, mas não está resolvido: você pode-se perder no caminho que você mesmo abriu. Aí, sim, existe uma questão muito interessante de colaboração: perseguir juntamente naquele caminho com o que o outro tem de virtude, assim é muito mais fácil. Esse caminho sugere a imagem da vereda que são os caminhos descobertos, existentes e derivantes. Há uma antibeza – não sei se vocês têm essa palavra. Um caminho estratégico que alguém inventa para conseguir chegar lá. O que não se queria fazer lá, vi com clareza. A grande questão era, que tamanho deveria ter esse edifício necessariamente grande? O tamanho das coisas é muito interessante em arquitetura, os números são um pouco abstratos. Mas quem pode ter uma visão do tamanho das coisas? A primeira questão que você vê é que todo esse recinto tem um valor museológico incrível. Fala-se muito na presença de Portugal na

sabedoria das navegações. Esse lugar todo é um museu das navegações portuguesas. Dali saíram as caravelas. Eu acho que Brasil e Portugal particularmente, somos muito amorosos, quanto a isso. Não se descobriu a América, se descobriu o Brasil como se ele já estivesse lá. É um sonho antecipado, essa ideia de lugar, principalmente se considerado de um ponto de vista mais sadio do que a estrita questão de negócio. O turismo hoje é muito interessante, porque o mundo começa a realmente se ver. Como o índio que gosta de colocar a mão um no outro, senão não acredita. É o lugar todo! Esse edifício assim, portentoso, sólido, amplo, como tem de ser um museu para abrigar uma coleção desses artefactos enormes, naquele lugar incomodava tudo. Surge uma ideia de começo! A ideia de levantar o edifício do chão parece um pouco absurda à primeira vista... Estou lhe dizendo coisas que eu mesmo me pus: “mas como? Justamente isso, pesado, tão grande, você vai querer levantar do chão?” Aparece então a confiança na técnica, porque muita coisa já se fez assim. Aí, mesmo ao lado, está a famosa ponte, é um exemplar da melhor técnica. Se você tivesse que dizer qual é a obra mais linda do mundo, não existe isso: qual é a mais linda? Se você nomeasse aquelas que já sabemos, até o

Figura 02 – Vista aérea.



03
04

much talk of the presence of Portugal in the wisdom of the voyages, all that. This whole place is a museum of Portuguese sea exploits. The caravels left from here. I think Brazil and Portugal in particular, are very fond of it. It wasn't America that was discovered, but Brazil as if it were already there. It is an anticipated dream, this idea of place, especially considered from a healthier point of view than the strictly business issue. Tourism today is very interesting, because the world is really beginning to see itself. Like the Indian who likes to put one hand over another's, otherwise he won't believe it. It's the whole place! This building, so portentous, solid, broad, like a museum has to be to house a collection of these huge artefacts, is so inconvenient in that place. The beginning of an idea arose! The idea of lifting the building off the ground seems a bit absurd at first sight... I'm telling you things that I put to myself: "But how? That thing, heavy, so big, you want to lift it off the ground?" Then confidence in the technique appeared, because a lot has been done like this. Then, right next door, is the famous bridge, an example of the very best technique. If you had to say what was the most beautiful work in the world, it doesn't exist: what is the most beautiful? If you named those we already know, the Taj Mahal will be there.

But the Golden Gate Bridge undoubtedly stands a good chance. The structure exists, the structure is right there at hand. At first glance it would be outrageous to lift it off the ground - but why not? If you can lift a train off the ground, you can also do it with coaches! Another very interesting thing, too, which adds to that museology of the place that will be the museum: The museum idea is to make others see. To see means to think about it. Here comes the construction of the city in that place, very obviously from the museum point of view. Land reclaimed from the sea, confronting the fluidity of water and what is solid, and so on. Even my vision - which is not only mine for sure, but which attracts me a lot - of this Lisbon from one side to the other of the Tagus, with the lights on, everything illuminated... I see a transverse axis across the city, but in this particular place, already considering the nature of fluvial navigation, of passengers from one side to the other. All this is very interesting to consider, all the more so because it already is there, in the commission, the brief, the pedestrian crossing to the railway track and the high speed road - which already exists there, in a somewhat preliminary way - but it would be good to take it to the sea, to link it to navigation, since there is a small harbour there. This

association with the footpath, with the whole Jerónimos area, the old town, the small alleys around Rua de Junqueira, the names of famous streets, a little forgotten by the actual residents of the city. The small alleyway of the old customs dock, everything already inside a territory that was not. The waters came up to there. So arises this Portugal, a seafaring and solid country... In the actual construction, the water table is very high, it is difficult, you're dealing exactly with the hardest thing. Raising it off the ground means concentrating the loads on those few pillars. It was assumed that there would be few, as few as possible. I myself made a little chapel to St. Peter [chapel of St. Peter the Apostle], which they commissioned in São Paulo, in which, I don't know if for St. Peter, I put just one concrete pillar. The value of doing that!... Lisbon is a city subject to seismic problems, which makes it even more difficult to suspend heavy things off the ground with so few pillars. But displaying the achievement of this difficulty is another museum piece, displayed as a virtue, not as perfumery. Because then, you can do the opposite. In my view, I don't much like architecture that shows itself off as it was done just on a whim. I'm introducing a need to free the footpath from the ground so that the small alleys are seen, as the place was. Even here, between Jerónimos and where the Coach Museum is, there is an area with a small development with an almost... it reminds me of the Marais in Paris - Poultry street, Blacksmith's street... It's all "tumbled down" there... those alleys you can't move - and I thought it would be a territory to delicately touch.

CdO: And the issue of siting? Why these axes that are there?

PMR: Yes, this attraction of the place we're trying to explain, or praise, from the point of view of the museum, the axis of the slope, the Calçada da Ajuda, covered with monuments, perpendicular to those waters we were talking about, is very important. And the land presented a deformation, on the corner of Ajuda with Junqueira, in relation to the "tumbled down" part along the plot, that stretches along the front of the Tagus, which is 300 metres of land. The building itself is 150 metres. It has to be big to fit the coaches in. That just made me think about the technical issues and the demands of technology. The architectural problem now: how to transform large exhibition spaces inside a floor layout? In this case it's a more emphatic museum than any other, because there are many objects and they are very large. How do you make a plan of a house?

Figure 03, 04 - Croquis.



Taj Mahal vai aparecer. Mas a ponte Golden Gate, sem dúvida nenhuma que é uma boa hipótese. Essa estrutura existe e está ali ao lado. À primeira vista seria escandaloso como levantar isso do chão – como não? Ali passa um trem levantado do chão, também se pode pôr os coches! Aparece uma coisa muito interessante também, que acrescenta a essa museologia do lugar, o que vai ser o museu: A ideia de museu é fazer os outros verem. Ver, quer dizer, refletir sobre aquilo. Eis que surge a construção da cidade naquele lugar, muito evidentemente, do ponto de vista museológico. Territórios ganhados do mar, o enfrentamento desde a fluidez das águas e aquilo que é sólido, etc. Mesmo a minha visão – que não é só minha com certeza, mas que me atrai muito – desta Lisboa de um lado ao outro do Tejo, com as luzes acesas, tudo iluminado... Eu vejo um eixo transversal para toda a cidade, mas nesse lugar particularmente, considerando já a navegação de caráter fluvial, de passageiros de um lado para o outro. Tudo isso, é muito interessante considerar, ainda mais que surge nesse lugar já, na encomenda, na premissa que se põe, a travessia de pedestres para a ferrovia e a pista de alta velocidade – que já existe lá, de uma forma um pouco preliminar – mas a graça seria levar até ao mar para associar à navegação já que existe

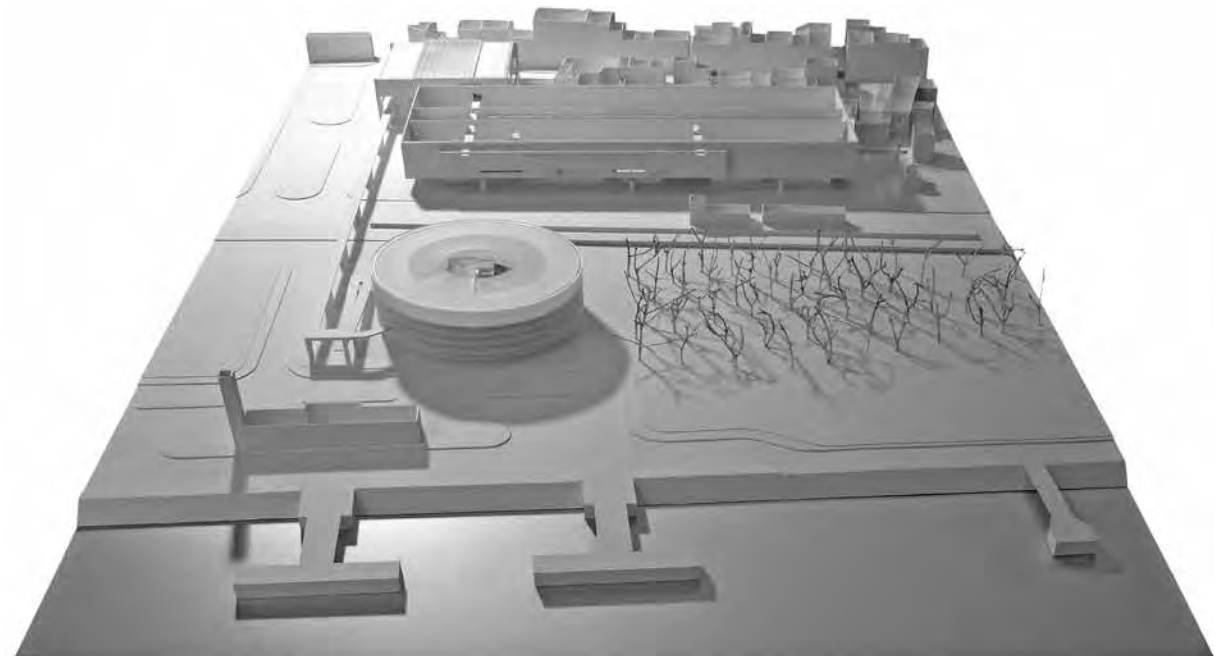
lá um pequeno porto. E essa associação com o passeio a pé, com todo o lugar dos Jerónimos, da parte antiga, das pequenas vielas, em torno da rua de Junqueira, nomes de ruas famosas, esquecidos até um pouco para os próprios moradores da cidade. A pequena travessa do antigo cais da alfândega, tudo já lá dentro de um território que não era. As águas chegavam até ali. Então surge esse Portugal, um tanto navegante, um tanto sólido... Já na própria construção, o lençol freático é muito alto, fica difícil, você convocou justamente o mais difícil. Levantar do chão significa concentrar cargas naqueles pilares, poucos. Já se presume que seriam poucos, tão poucos quanto se possa. Eu mesmo fiz uma capelinha para São Pedro [capela de São Pedro Apóstolo], que me encomendaram em São Paulo, em que não sei se por São Pedro, pus um só pilar de concreto. O valor da realização daquilo!... Lisboa é uma cidade submetida a problemas sísmicos, o que torna ainda mais difícil suspender do chão coisas pesadas com tão poucos pilares. Mas a exibição da realização dessa dificuldade é mais uma peça museológica, exibida como virtude, não exibida como perfumaria. Porque aí, você pode cair no inverso. Eu, no meu entender, não gosto muito de uma arquitetura que se exiba como quem fez aquilo por puro capricho. Eu estou introduzin-

do uma necessidade de livrar o passeio do chão para que se vejam as pequenas vielas, como era o lugar. Mesmo aqui, entre Jerónimos e onde está o museu dos Coches, existe uma área com uma urbanizaçãozinha com um caráter quase... Eu me lembrei do Marais, em Paris – rua das Galinheiras, rua dos Ferreiros, ... Tudo isso está lá “tombado” – aquelas vielas não dá para se mexer – e eu pensei que seria um território para tocar delicadamente.

CdO: E a questão da implantação? Porquê esses eixos que estão aí?

PMR: Sim, esse atrativo do lugar que nós estamos querendo desvendar, ou elogiar, do ponto de vista museológico, o eixo da ladeira, da calçada da Ajuda, coberta de monumentos, perpendicular a estas águas de que estamos falando, é muito importante. O terreno apresentava uma deformação, justamente na esquina da Ajuda com a Junqueira, em relação à parte “tombada” ao longo do terreno, aquilo que se desenvolve na frente do Tejo, que são 300 metros de terreiro. O próprio edifício tem 150 metros. Tem de ser grande para caberem lá os coches. Isso fez logo com que eu pensasse na questão técnica e solícita da tecnologia. O problema arquitectónico agora: como

.....
Figura 03, 04 – Croquis.



05

The corridor, bedrooms, etc. How do I move from the great halls to the offices, the study rooms, between the small and the large, as halls, enclosed spaces? I remembered that it would be interesting to do an annex to address these issues in this enclave of land near the corner of Junqueira and Ajuda, which immediately gave it a special charm – all this in my mind. Because to link the two buildings, I made a small bridge and enclosed an internal “piacetta” – as the Italians say – at the bottom of the “tumbled down” houses. The whole project was done in the mind and in conjunction with Rui. That’s why I remembered the engineers, my former comrades from construction, and we began to talk together, so to speak. As if one were seducing the other: “I know what you want, it’s this and that”. And it is.

CdO: Speaking of this moment of seduction, what was the magical moment when you found and generated the question?

PMR: The first time we met, there in the Souto de Moura stadium. That was the magical moment. I knew the people and I already knew we were going to do something together!

CdO: Was Rui with you when you came here to see whether or not to do the job?

PMR: No, I came before. I would never put a friend in a bad situation... It was my responsibility to see to what extent we could do something. Then I said: “Rui, I have a very interesting project for us to do.” Then other colleagues came on board. Bak Gordon (I thought I would need his support here). There is a practical issue in this attempt involving heritage, the zeal that Lisbon and Portugal have for this place. He needed sup-

port with regard to the laws and applied technology standards for the place. Attention and dedication to the work in situ. So I invited my colleague, Richard Gordon, who accepted, and also Nuno Sampaio for the questions of museology. We set up a working group and started to develop the project. The metal structure technique we used is more or less down to a matter of engineering, of ingenuity. The metallic structure allows easier prefabrication. On this fragile ground, the profiles are industrial, it all seemed very interesting, hence the construction in metal.

CdO: And the structure is lighter and thus enables the transparency of its architecture.

RF: And especially given the seismic issues in Lisbon, any solution in concrete would be disadvantageous from the point of view of foundations.

PMR: A metallic structure is always more flexible! Nothing can be rigid in architecture. If it weren’t for cloth, rope, there’d be no ships. Everything must be flexible and articulated, or else it all breaks up.

RF: Just yesterday, we were there on site to see how to resolve the issue of the walls. That light solution of interior and exterior panelled walls.

PMR: Yes, this building has to be air conditioned, so there’s nothing better than a thick metal structure.

CdO: And with little weight. Let’s go back a little to understand how the technology started in the team’s creative process. In this programme you mentioned, where there is a dense, closed object that is the museum, and an open, sweeping object that is the annex – what is the technological response in each of the buildings? I

ask this, quoting a phrase in your last lecture I heard when Rui was with you on stage: You said that with the help of Rui, you would do any folly. What was the folly?

RF: With the help of Rui you’d do any folly!

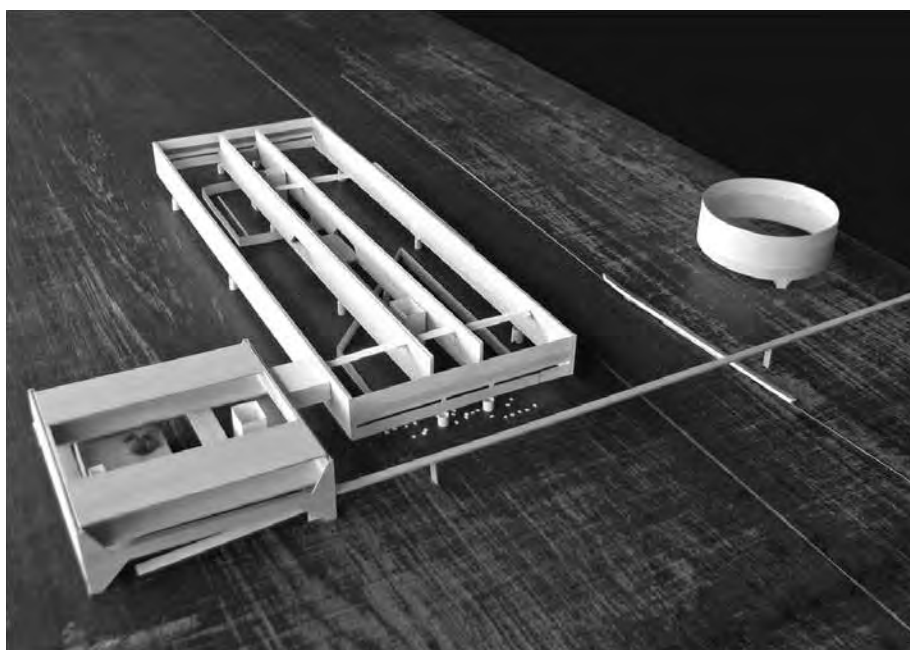
JAF: It’s provocation...

PMR: It can happen in a jazz group. Any drummer can say: “With Miles Davis I can do any folly...”! You have to go full circle and instead of fixing it up with the drum kit, you do it with the saxophone. You can turn a folly into something very interesting. They’re variations on a theme. Music is very interesting to consider within architecture. I don’t see that what is resolved is musical, that’s not the idea, but how we work. I really like the small size of the resources we have: it never hurt Rachmaninov that there were only seven musical notes!

CdO: This is a question for both of you: Rui, what was the folly in this case, and what was the technological challenge, of a building that is closed, opaque and heavy, and the annex that is a sweeping building in concrete? They’re really two very different technologies...

PMR: Here, in the main, the larger, building – because there’s no main building any more, another interesting issue in architecture is that it is not made of parts that can then be separated. What was done apparently in parts then becomes an integral whole. Even the annex, with a more concrete appearance, is the same as the other. It has a concrete structure that supports metal

Figure 05 – Presentation Model. Bak Gordon Arquitectos.
Figure 06 – Work Model. Paulo Mendes da Rocha.



06

transformar grandes espaços de exposição para dentro de uma planta? Neste caso trata-se de um museu muito mais enfático do que qualquer outro, porque os objetos são numerosos e muito grandes. Como se faz uma planta de uma casa? O corredor, os quartos, etc... Como é que eu vou passar dos grandes salões para salas de administração, salas de estudo, entre o pequeno e o grande, enquanto salões, espaços fechados? Eu me lembrei que seria interessante fazer, nesse enclave do terreno junto à esquina da Junqueira com a Ajuda, um anexo para resolver essas questões, o que me deu logo um encanto especial – tudo isso na mente. Porque para ligar os dois edifícios, eu faço uma pequena ponte e aprisiono uma “piacetta” interna – como dizem os italianos – no fundo das casinhas “tombadas”. O projeto todo foi feito na mente e junto com o Rui. Foi por isso que me lembrei dos engenheiros, dos meus antigos companheiros da construção, que começamos a conversar juntos, por assim dizer. Assim como se um fosse seduzindo o outro: eu sei o que você quer, é isto e aquilo”. E faz.

CdO: Falando nesse momento de sedução, qual foi o momento mágico em que conseguiram encontrar e gerar a questão?

PMR: A primeira vez que nos encontrámos, lá no estádio do Souto de Moura. Aí foi o momento mágico. Você conhece as pessoas e já sabia que íamos fazer alguma coisa juntos!

CdO: Quando veio cá ver se queria ou não fazer o trabalho, o Rui foi consigo?

PMR: Não, eu fui antes. Nunca se põe um amigo em má situação... Eu assumi a responsabilidade de ver até que ponto iríamos. Aí eu falei: “Rui,

tem uma coisa muito interessante para nós fazermos!”. Apareceram então os outros companheiros, o Bak Gordon (achei que precisava de um amparo aqui). Existe uma questão prática nessa tentativa que envolve o património, o zelo que Lisboa e Portugal têm por este lugar. Precisava de me amparar a respeito das leis e tecnologias aplicadas como normas do lugar. Mesmo uma atenção e uma dedicação à obra *in loco*. Então convidei o meu colega, o Ricardo Gordon, que aceitou e também o Nuno Sampaio para as questões da museologia. Montámos um grupo e começámos a desenvolver o trabalho. A técnica de estruturas metálicas que usamos é mais ou menos decorrente de uma questão de engenharia, de engenhosidade. A estrutura metálica permite uma mais fácil prefabricação. Nesse terreno frágil, os perfis são de indústria, tudo isso pareceu muito interessante, daí construir em metal.

CdO: E a estrutura é mais leve e, sendo assim, permite a transparência da sua arquitetura.

RF: E principalmente atendendo às questões sísmicas em Lisboa, qualquer solução de betão seria mais penalizante do ponto de vista de fundações.

PMR: A estrutura metálica é sempre mais flexível! Nada pode ser rígido em arquitetura. Se não fosse o pano, a corda, não havia navios. Tem de ser tudo flexível e articulado, senão rebenta tudo.

RF: Ainda ontem, estivemos a ver lá na obra a questão da solução das paredes. Aquela solução ligeira das paredes de painéis por dentro e por fora.

PMR: Sim, essa construção tem de ser climatiza-

da, nada melhor que a grande espessura que a estrutura metálica exige.

CdO: E com pouco peso. Vamos voltar um bocadinho atrás, para perceber como é que é o arranque da tecnologia no processo criativo da vossa equipa. Neste programa de que falou, onde há um objeto denso e fechado que é o museu, e um objeto aberto e rasgado, que é o anexo – qual é a resposta da tecnologia em cada um dos edifícios? Digo isto, citando uma frase sua na última conferência que ouvi, em que o Rui estava consigo no palco: o Paulo dizia que, com a ajuda do Rui fazia qualquer coisa. Qual foi aqui o divertimento? É uma provocação...

PMR: Pode acontecer num grupo de jazz. Qualquer baterista pode dizer: “Com o Miles Davis eu posso fazer qualquer loucura...”! Tem de dar uma volta e em vez de consertar com a bateria, conserta com o saxofone. É capaz de transformar uma loucura em algo muito interessante. Tal como na música, na arquitetura é muito interessante fazer variações do mesmo tema. Não vejo que o que fique resolvido seja musical, não é essa a ideia, mas como nós trabalhamos. Eu gosto muito da exiguidade dos recursos que temos: sete notas musicais, nunca atrapalhou nenhum Rachmaninov, por ser tão pouco!

CdO: Esta pergunta é para os dois: Rui, qual foi a loucura neste caso, e qual foi o desafio tecnológico, do edifício que é fechado, opaco e pesado, e do anexo que é um edifício rasgado, em betão? No fundo são duas tecnologias tão diferentes...

PMR: Aqui, no principal, no edifício maior – porque agora não há mais principal, outra questão interessante na arquitetura é que ela não é feita por partes que possam depois ser separadas. Aquilo que aparentemente foi feito aos pedaços torna-se depois uma integridade. Mesmo o anexo com mais aparência de concreto é a mesma coisa que o outro. Tem uma estrutura de concreto que ampara construções metálicas. Há uma cobertura metálica com cristal e o transverso de 50 metros, feito com quatro grandes vigas metálicas, com um mesmo desenho do ponto de vista da técnica. Esses terrenos na frente do mar – como em toda a Lisboa na frente do Tejo – são impróprios para subterrâneos, só se consegue executar à custa de grande tecnologia de construção. Assim, nós nos lembrámos de fazer para o lugar e não só para o museu, um estacionamento exemplar que não é novidade. A engenhosidade deste estacionamento em rampa circular contínua já existe. A questão que surge é o acesso das pessoas, porque toda a estrutura está amarrada no transversal

.....
Figura 05 – Maquete de apresentação. Bak Gordon Arquitectos.
Figura 06 – Maquete de trabalho. Paulo Mendes da Rocha.

constructions. There is a metal roof with glass and a 50 metre transverse, made with four main steel beams with the same design from the point of view of technique. This land facing the sea – as in all of Lisbon facing the Tagus – is unsuitable for underground work, or it's only achieved at the cost of employing large-scale construction technology. So, we thought we'd do a car park for the area and not just for the museum, that is nothing new. The ingenuity of this continuous circular parking ramp already exists. We proposed a parking lot next to the pier, linked to the pedestrian footpath that starts inside the Annex. We did this so that the footpath is not, as is common, such a secondary element: it has become very important. The question that arose was access for people, because the entire structure was now tied to the transverse, to accomplish the halls. We made a building of 150 metres, with two halls. A question of architecture, strict functionality, arises here: the size of this structure, such large coaches. It seemed that the hall could have a transverse. We considered the possibility of constructing it in steel with the need for space. 20 metres is fine, it's manageable: so there are two halls of 20 x 150, because the transverse is possible. All this gradually started to give coherence to the project. However, this systematic transverse structure is not amenable to being interrupted to make ramps and that sort of thing. So we used the lift for access, which, from the museum point of view, goes far beyond the concept of the Coach Museum: this displaying of the city in a horizontal – whether of the ships primarily and now the trains – and a vertical movement which is given by the lifts. Without the lift there is no contemporary city. If I had to say what the ingredient of the contemporary city is, it would be the elevator. It allows concentration, tall buildings, etc. It's an interesting question of architecture, once again, because it's not enough to make a building with 100 storeys! It seems silly! No one lives in such a place, domestic life doesn't function at a distance from the ground of over 60 or 70 metres. It's foolish. For now, it's nonsense. You're abandoned inside your own exclusive house. These issues are not mathematical...

RF: Actually, the photograph of this scale model reveals that in fact there was no folly, because Paulo has a very strong knowledge of structure.

CdO: Serious folly.

RF: Folly in the sense of taking a serious risk. Paulo brought the original idea of the project. It's what is here, in this picture, this photo, which corresponds exactly to what is there, nothing more, nothing less, everything, including this

outside walkway. Everything! This is the idea that Paulo brought to present to the minister when he decided to accept the project.

CdO: You had already discussed it?

RF: No. We had spoken very generally about it. We went to present the project, the general idea of the project, but when Paulo explained it, I listened and said "Right, it's good." From there ...

CdO: 90% was done?

RF: 90% was done. What I would say is that the solution contained whatever was necessary to accomplish it, which is the main objective of an architectural project when it is born. You then have something to work with. Of course, then – as we were saying earlier – the construction systems changed, the very constitution of the walls, the need for earthquake protection that Paulo wasn't so used to in Brazil, all this was introduced later, but again, everything was there because the solution was perfectly foolproof against any unpredictability or folly. The follies that Paulo refers to, jokingly, had to do with the later development of the detail of the project and with the exceptional discussions and great deal of fun we had in carrying out various things. Then, of course, with regard to details, the approach of the architects is very different amongst themselves. Things that for me – according to other views – wouldn't be very interesting, were very interesting for Paulo, because one of the objectives of all this was really to show the success of the technique and show it in a very clear way. For example, I was trying to hide the supporting equipment in the project. When he saw that, Paulo said "no, no, let's put them in! I want to see that," because of his experience in Osaka. So all that learning how to see the building was really interesting. But, here, it would be me, of course, that would do the folly!

PRM: So, the museum goes beyond an idea of coaches simply as artefacts. The whole history of transport systems, vehicles, is more or less on display, including this aspect that Rui mentioned.

CdO: And the demand for rigour, showing the building to the city and showing the city to those inside was, it seems to me, the reference.

PMR: This axis is very evident! The ramps within the building become evident. You enter the Coach Museum and cross the bridge outside and things start to appear that I don't know if that was the architect's intuition, or if it was luck... The level required for this pedestrian passage out here, necessary because it has to cross over the railway, coincides exactly with the elevation of the hall. So people inside the museum only have a small slit – like an Eskimo's eye – in the two heads, to see someone out there at the same

level: one is inside the museum, another is outside. All this has a charm that can't be announced in advance, but we presume that visitors will be able to enjoy this new situation a little. An interesting situation that arises, for example, is that, as the ceiling height inside the halls for these large exhibits (every museum should have a good ceiling height, but in this case, at least 10, 8 metres) means that the administration that we put outside here, can use a small bridge that enters the museum – we left a 10 metre gap to make a portal for that internal *piacetta* through which you pass to get to the administrative office by an aerial passageway inside the museum. This is very interesting for special, distinguished, visitors, who the management want to give a quick tour of the museum, without interfering in the lives of those thousands of visitors who are there at the same time. And also for daily maintenance, which is performed by personnel from the workshop, which is downstairs. In the small pavilion, with 10 metres now, the same 10 metre ceiling height, inside the museum you see that every passage is presumed to go from one hall to another. I've already said that this structure is metallic because the diagonals allow this passage. Then there's a small pavilion for the public lifts and a recreation area on the ground floor as fluid as the place already was, because on the day we visited for the first time, I had a coffee on the sidewalk at this corner.

CdO: The famous Belém cakes... I want to go back to detail. The museum also has a functional part, and this one even more so, because the coaches require a lot of maintenance and they're heavy vehicles, so they need to be taken care of in situ. They require maintenance and one of the things I find remarkable in this project is the ability to reconcile a coach maintenance factory with an itinerary for visitors. How has the idea of the lift and the functional aspect of the coaches arisen?

PMR: These floor workshops are shielded but they have large windows. The public can watch the work going on there from the floor, etc. There's also a cafeteria sheltered by this volume, here in the square, and there's a small pavilion we did in glass, to be transparent, where the elevators and the shop are. It's a pleasant, fluid floor.

.....
Figure 07 – Construction picture: steel structure support device on reinforced concrete column.



07

para realizar os salões. Fizemos um edifício de 150 metros, com dois salões. Aqui entra uma questão arquitetônica, de funcionalidade estrita. O tamanho deste objeto e os coches tão grandes. Pareceu que o salão podia ter um transverso. Aí, já associamos a possibilidade de construir em aço com a necessidade de ganhar espaço. 20 metros está bem, dá para se vencer: portanto são dois salões de 20 x 150, porque o transverso é possível. Tudo isso foi amarrando o projeto. Porém, essa estrutura transversa sistemática não aceita ser rompida para fazer rampas e coisas do tipo. E usamos então, como acesso, o ascensor, que vai, do ponto de vista museológico, muito além do conceito do Museu dos Coches: essa exibição de que a cidade é feita num movimento horizontal – seja ele o primário dos navios, como agora os trens – e vertical que são os elevadores. Sem elevador não há cidade contemporânea. Se tivesse de dizer qual seria o ingrediente da cidade contemporânea, seria o elevador. Permite a concentração, edifícios em altura, etc. É uma questão interessante da arquitetura, mais uma vez, porque não basta que seja assim um edifício de 100 andares! Parece tolice! Ninguém vive num lugar desses, a vida doméstica não se exerce com uma distância do chão que ultrapasse 60-70 metros. É tolice. Por enquanto, é tolice. Você fica abandonado na sua exclusiva casa individual. Estas questões não são matemáticas...

RF: A verdade é que a fotografia desta maquete revela que, efetivamente o Paulo tem um conhecimento fortíssimo da estrutura. A maquete trazia a ideia original do projeto. É isto que aqui está, nesta imagem, nesta fotografia, e que corresponde exatamente àquilo que lá está, sem

tirar nem pôr, tudo, incluindo esta passarela fora. Tudo! Isto é a ideia que o Paulo trouxe para apresentar ao ministro quando decidiu aceitar o projeto.

CdO: Vocês aqui já tinham conversado?

RF: Não. Para isto aqui tínhamos falado ainda muito genericamente. Fomos apresentar o projeto, a ideia geral do projeto, mas quando o Paulo explicou eu ouvi e disse “Pronto, está tudo bem”. A partir daí...

CdO: 90% estava feito?

RF: 90% estava feito. O que eu diria é que a solução que aqui estava comportava o que quer que fosse necessário para a realizar, o que é o grande objetivo de um projeto de Arquitetura quando nasce. Tem lá o sítio para se poder trabalhar. Claro que depois – como estávamos a falar há pouco – os sistemas construtivos mudaram, a própria constituição das paredes, as necessidades dos sismos a que o Paulo não estava tão habituado no Brasil, tudo isso foi depois introduzido, mas novamente, tudo lá cabia porque a solução é perfeitamente à prova de qualquer imprevisto. O divertimento a que o Paulo se refere, com uma certa graça, teve a ver com o desenvolvimento, depois, do detalhe do projeto e com as discussões excepcionais e divertidíssimas que tivemos na realização das várias coisas. Depois, claro que, nesta história dos detalhes, a abordagem dos arquitetos é muito diferente de uns para os outros. Coisas que para mim – de acordo com outras visões – poderiam não ser muito interessantes, para o Paulo eram interessantíssimas, porque um dos objetivos de tudo isto era realmente mostrar o êxito da técnica e mostrá-la de uma forma muito clara. Por exemplo, eu estava a tentar esconder os aparelhos de apoio no projeto. O Paulo, quando viu aquilo, disse “não, não, vamos pô-los! Eu quero ver isso”, porque vinha da sua experiência em Osaka.

PMR: Portanto, o museu vai além de uma ideia de coches pura e simplesmente, como artefacto. Toda a história dos sistemas de transporte, dos veículos, está mais ou menos em exibição, inclusive esse aspeto que o Rui mencionou.

CdO: E a procura desse rigor, mostrando o edifício à cidade e mostrando a cidade a quem lá está, foi, parece-me a mim, a referência.

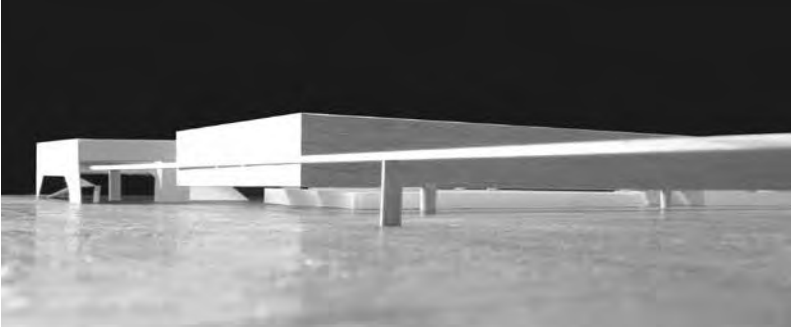
PMR: Esse eixo é muito evidente! As rampas dentro do edifício tornam-se evidentes. Você entra no Museu dos Coches e passa a ponte por fora e aí começam a aparecer coisas que não sei se é intuição do arquiteto, não posso dizer se foi sorte... A cota necessária desta passagem dos pedestres aqui fora, necessária porque se tem de ultrapassar a ferrovia, coincide exatamente com a cota do salão. Então quem está dentro deste museu só tem uma pequena fresta – como um

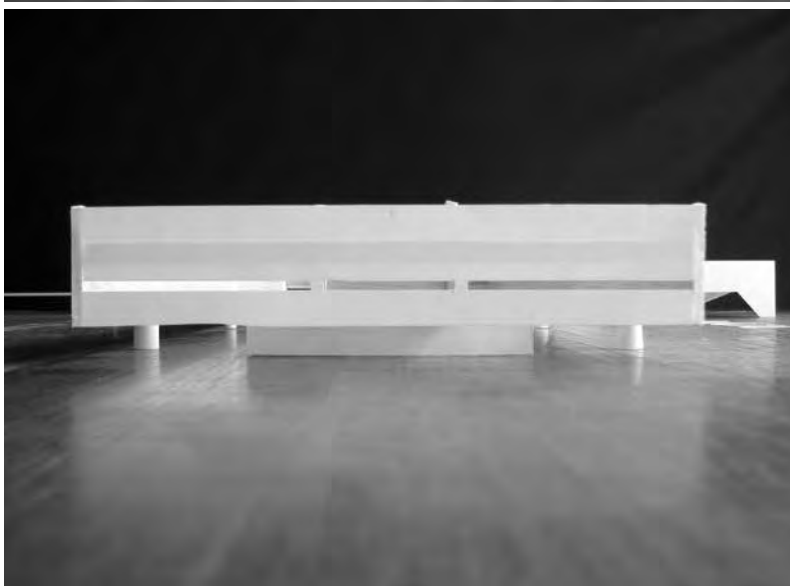
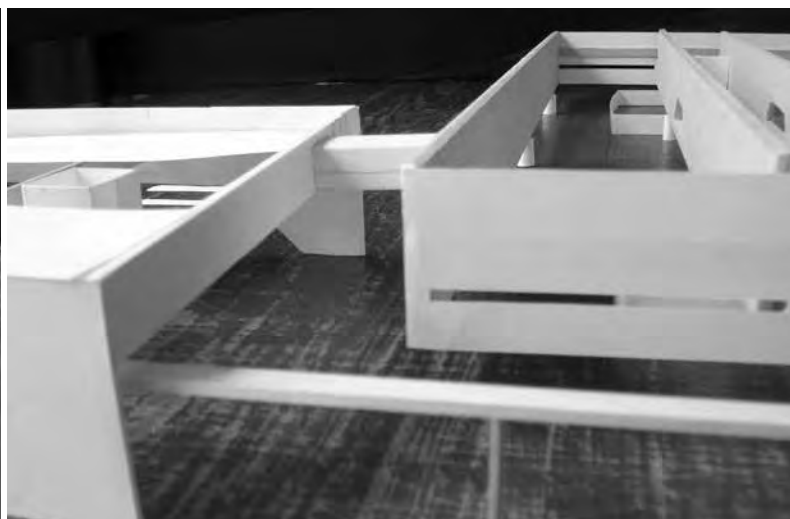
olho de esquimó – nas duas cabeças, para ver lá fora alguém na mesma cota: um está dentro do museu, outro está fora. Tudo isso tem um encanto que não se pode anunciar antes, mas se presume que quem vai ver possa gozar um pouco dessa nova situação. Uma situação interessante que surge, por exemplo, é que, como o pé-direito lá dentro dos salões para esse artefacto assim grande – qualquer museu deve ter um pé-direito bom, mas neste caso, no mínimo 10, 8 metros –, faz com que a administração que nós pusemos aqui fora, possa passar uma pontezinha que entra no museu. Deixámos uma fresta de 10 metros para fazer um portal para essa piacetta interna que faz com que você passe para a sala da administração por um passeio aéreo dentro do museu. Isso é muito interessante para visitantes especiais, ilustres, a quem a diretoria queira mostrar rapidamente o museu, sem interferir na vida daqueles milhares de visitantes que estão lá ao mesmo tempo. E também para a manutenção diária, realizada por pessoal que vem da oficina que está lá em baixo. Nesse pavilhãozinho agora de 10 metros, os mesmos 10 metros de pé-direito, dentro do museu você vê cada passagem que se presume de um salão para o outro. Já disse que essa estrutura é metálica porque as diagonais permitem essa passagem. Depois há um pequeno pavilhão dos elevadores do público e há uma graça no piso térreo, tão fluido quanto já era o lugar, porque no dia em que fomos visitar isso pela primeira vez, já tomei um cafezinho na calçada nesta esquina.

CdO: Nos famosos pastéis de Belém... Queria aproveitar o que disse agora sobre o detalhe. O museu também tem uma parte funcional e este ainda mais, porque os coches precisam de muita manutenção e são veículos pesados, por isso têm de ser tratados no local. Têm de receber manutenção, e uma das coisas que acho notável neste projeto é a capacidade de fazer conviver, no fundo, uma fábrica de manutenção de coches com um percurso de visitantes. Como surgiu a ideia do elevador e todo aquele aspeto funcional dos coches?

PMR: Estas oficinas do chão são blindadas, porém têm grandes vitrinas. O público pode, a partir do chão, olhar lá dentro os trabalhos. Há um café também abrigado por este volume, aqui na praça, e há um pavilhãozinho que fizemos de cristal, para ser transparente, onde estão os elevadores e a Loja. É um chão agradável, fluido.

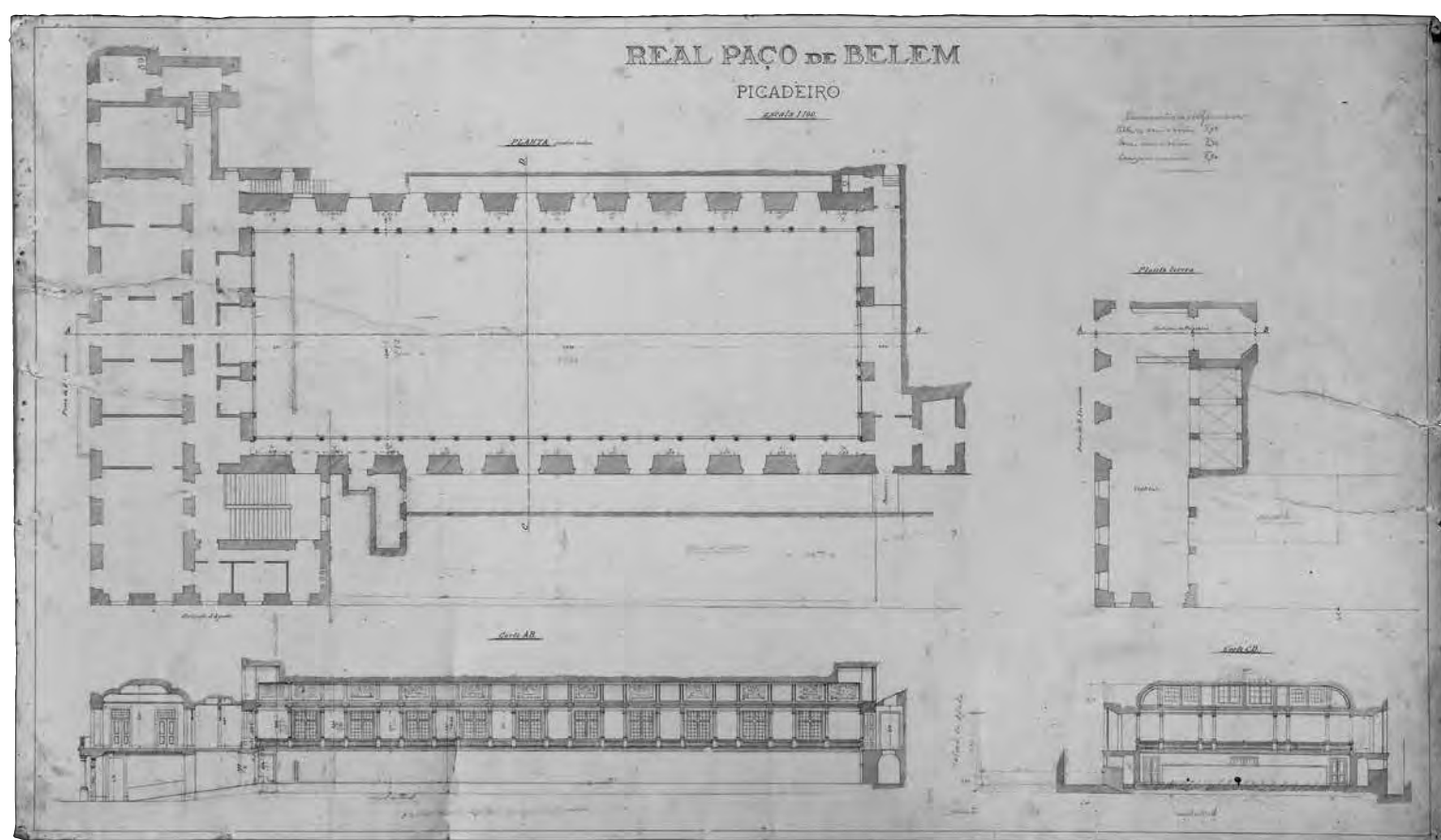
.....
Figura 07 – Imagem de obra – aparelho de apoio da estrutura metálica nos pilares de betão armado.





The new Coach Museum: a challenge!

Silvana Bessone



01

Probably since its opening to the public, but it is safe to say for about thirty consecutive years, since statistical control of visitors to State museums was established, the National Coach Museum has been the most visited museum in Portugal, particularly by foreign tourists visiting Lisbon, who are attracted by the world's most prestigious collection of ceremonial carriages that served the European Courts from the late 16th century until the early 20th century.

The creation of the Museum came at the initiative of Queen Amelia of Orleans and Bragança who, upon arriving in Portugal in 1886, chose to live in the Royal Palace of Belém, where she “discovered” in the former Royal Riding Arena, which had long been integrated into a Storehouse for the Royal Stables Division, a set of ceremonial carriages of great beauty, despite their not being in the best condition.

In a curious report, dated 1844, the English writer William Thackeray,

who was passing through Lisbon en route to Egypt, visited a collection of State Carriages that, even then, could be visited by tourists accompanied by a guard who guided the visit, left us with the following impressions: “And here we were introduced to as queer an exhibition as the eye has often looked on. This was the state-carriage house, where there is a museum of huge old tumble-down gilded coaches of the last century, lying here, mouldy and dark, in a sort of limbo”, going on to say: “The gold has vanished from the great lumbering old wheels and panels; the velvets are awfully tarnished”.¹

Figure 01 – Royal Palace in Belém – Riding Area, plans and cross sections, drawing attributed to Architect Rosendo Carvalheira, 1904.

Figure 02 – Portrait of Architect Rosendo Carvalheira painted on the ceiling of the western gallery.

Figure 03 – Portrait of the painter Conceição e Silva painted on the ceiling of the western gallery.

Figure 04 – Portrait of the painter José Malhoa painted on the ceiling of the western gallery.

1. Alberto Telles, in *Ocidente*, 16 June 1880.

O novo Museu Nacional dos Coches: um desafio!

Silvana Bessone

Provavelmente desde a sua abertura ao público, mas com total segurança há cerca de trinta anos consecutivos, desde que se instituiu o controlo estatístico de visitantes dos museus sob tutela do Estado, que o Museu Nacional dos Coches é o museu nacional mais visitado de Portugal, com especial relevo para os turistas estrangeiros que visitam Lisboa e se sentem atraídos pela mais prestigiada coleção do mundo de viaturas de gala que serviam as cortes europeias, desde finais do século XVI até início do século XX.

A criação do Museu partiu de uma iniciativa da rainha D. Amélia de Orléans e Bragança que, ao chegar a Portugal, em 1886, escolheu para viver o Palácio Real de Belém, onde “descobriu”, nas instalações do antigo Picadeiro Real, desde há muito integrado no Depósito I da Repartição das Reais Cavalariças, um conjunto de viaturas de gala de grande beleza apesar do seu estado de conservação não ser o melhor.

Num relato curioso, datado de 1844, o escritor inglês Guilherme de Thackeray, que de passagem por Lisboa rumo ao Egito, aproveitou para visitar um conjunto de Coches de Estado que, já naquela altura, podiam ser visitados por *touristes* acompanhados por um guarda que orientava a visita, deixou-nos as seguintes impressões: «*Nada se me deparou em toda a minha vida, que possa comparar-se com este museu de carroças do século passado, que ali jazem n'uma espécie de limbo, velhas, douradas, enormes, bolorentas e tombadas*», para mais adiante nos referir que as achou «*consideravelmente deterioradas: a acção do tempo lambeu o ouro assim das rodas como dos painéis dos coches e o veludo, já muito safado, era horripilante*».¹

Podemos imaginar o efeito que este espetáculo simultaneamente belo e horrível terá causado a D. Amélia que, consciente do valor patrimonial deste conjunto, desde logo, se empenhou, com o apoio do seu Estribeiro-Menor Alfredo de Albuquerque, em reunir, num mesmo espaço, as viaturas de gala da Casa Real dispersas por várias dependências da Repartição das Reais Cavalariças e que a chegada dos primeiros automóveis condenava a uma utilização cada vez mais reduzida.

Convencido o rei D. Carlos a autorizar, definitivamente, a instalação do Museu no antigo e desativado Picadeiro Real, iniciaram-se em 1904 as obras de adaptação do espaço a museu (Figura 01) sob a orientação do arquiteto dos Palácios Reais, Rosendo Carvalheira, com o apoio dos pintores José Malhoa e Conceição e Silva que se ocuparam do restauro das pinturas do teto e que também terminaram as pinturas das galerias, incluindo aí, os retratos de várias figuras ilustres ligadas a este projeto, de que se destacam naturalmente as de D. Carlos e D. Amélia, bem como



02



03



04

os seus próprios retratos e das respetivas mulheres. (Figura 02, 03, 04)

Nessa mesma data, Monsenhor Joaquim Maria Pereira Bôto, capelão dos monarcas, entusiasma-se com o projeto e inicia um estudo da coleção de que resultou a obra intitulada *Promptuario Analytico dos Carros Nobres da Casa Real Portuguesa e das Carruagens de Gala*, publicada em 1909, e na qual o autor se propõe fazer uma primeira sistematização e classificação dos diversos modelos de viaturas existentes. Tratou-se de um trabalho de grande interesse porque, apesar dos excessos de erudição, permitiu, sobretudo, registar muita informação oral à época e deixar-nos pistas importantes sobre as viaturas que, de outro modo, dificilmente chegariam até nós.

Muitos dos coches, berlindas e carruagens foram restauradas nesta altura, a fim de poderem ser expostas condignamente e, logo no início de janeiro de 1905, é noticiada no “Jornal do Commercio”, a visita informal que os Duques de Connaught, hospedados no Palácio Real de Belém, fazem às futuras instalações do Museu, ainda em fase de acabamentos.

Só, no dia 23 de maio de 1905, o Museu dos Coches Reaes é formalmente inaugurado pela rainha D. Amélia passando, a partir de dia 25, a estar aberto ao público. (Figura 05)

No jornal “O Século” do dia 24 de maio podemos ler «*Com a assistência de sua majestade a Rainha D. Amélia, realizou-se ontem, pelas 5 horas da tarde, a inauguração solene do “Museu dos Coches Reaes”. Instalado num dos corpos do Real Palácio de Belém, na parte que foi propriedade do conde de Aveiras e que completamente transformada por D. João V,*

.....
Figura 01 – Real Paço de Belém – Picadeiro, plantas e cortes, desenho atribuído ao arquiteto Rosendo Carvalheira, 1904.

Figura 02 – Retrato do arquiteto Rosendo Carvalheira pintado no tecto da galeria poente.

Figura 03 – Retrato do pintor Conceição e Silva pintado no tecto da galeria poente.

Figura 04 – Retrato do pintor José Malhoa pintado no tecto da galeria poente.

1. Alberto Telles, in *Ocidente*, de 16 Junho de 1880.

We can imagine the effect that this simultaneously beautiful and terrible scene had on Queen Amelia. Aware from the start of the cultural value of this collection, she endeavoured, with the support of her Second Equerry Alfredo de Albuquerque, to gather together in the same place the ceremonial coaches of the Royal Household that were spread across various storehouses of the Royal Stables, and that were condemned to decreasing use due to the arrival of the first motor cars.

King Carlos was convinced to authorise the permanent installation of the Museum in the old and disused Royal Riding Arena, and the work to convert it into a museum space began in 1904 (Figure 01) under the guidance of the architect of the Royal Palaces, Rosendo Carvalheira, with the support of the painters José Malhoa and Conceição e Silva, who were entrusted with the restoration of the paintings on the ceiling and who also finished the painting of the galleries, including the portraits of several famous figures associated with this project, the highlights of which are naturally King Carlos and Queen Amelia, as well as their own portraits and those of their wives. (Figures 02, 03, 04)

At the same time, Monsignor Joaquim Maria Pereira Bôto, the Royal Chaplain, was enthused by the project and began a study of the collection that resulted in the work entitled *Promptuario Analytico dos Carros Nobres da Casa Real Portuguesa e das Carruagens de Gala* (*Analytical Record of the Noble Coaches and Ceremonial Carriages of the Portuguese Royal Household*), published in 1909, in which the author attempts a first categorisation and classification of the various existing coaches. It was a work of great interest because, despite the excesses of scholarship, it enabled a great deal of oral information to be recorded at the time and left us important clues about the coaches that otherwise would have been hard to trace.

Many of the coaches, berlins and carriages were restored at this time, so that they could be exhibited with dignity and, at the beginning of January 1905, the informal visit made by the Dukes of Connaught, guests at the Royal Palace of Belém, to the future museum premises that were still in the process of refurbishment, was reported in the *Jornal do Commercio*.

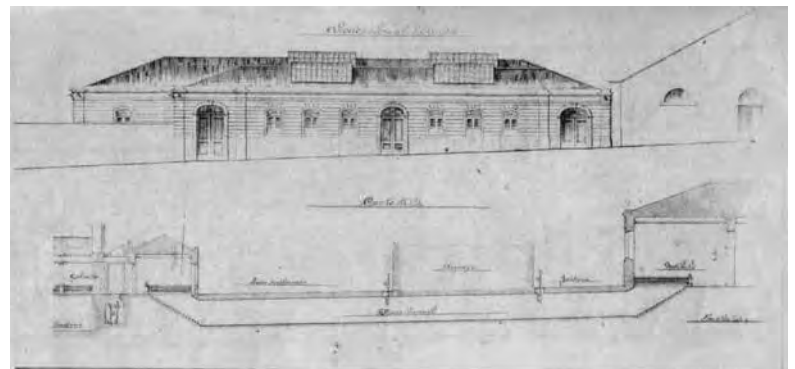
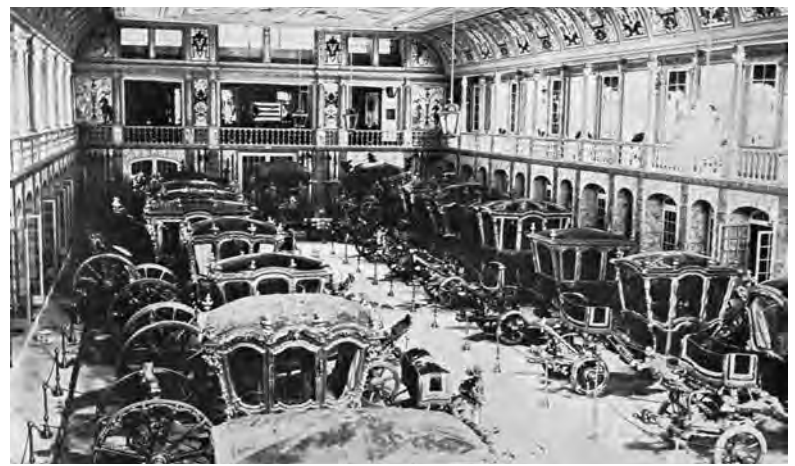
The Royal Coach Museum was officially opened by Queen Amelia only on 23 May 1905, and on 25 May it was opened to the public. (Figure 05)

In the newspaper *O Século* of 24 May we can read “The solemn inauguration of the “Royal Coach Museum” was held yesterday at 5pm, in the presence of Her Majesty Queen Amelia”. It is housed within the precincts of the Royal Palace of Belém, in the part that was owned by the Earl of Aveiras and which, completely transformed by King John V, was known until yesterday as the Riding Arena of the Palace of Belém or King John V.”

A record of the Inauguration of the Royal Coach Museum was drawn up and signed by Queen Amelia and the Countess of Figueiró, and by D. João Alarcão Velasques Osório, Minister of Public Works; Severiano Augusto da Fonseca Monteiro, Director-General of the Ministry of Public Works and Mines; Rosendo Carvalheira, 1st class Architect from the Ministry of Public Works; José Malhoa, the painter who restored the ceilings; Frederico Augusto Ribeiro, the civil constructor; and others present at the ceremony.

In 1905, the Royal Coach Museum, and the building in which it was installed, was the responsibility of the Royal Equipage Division. In 1908, under the Legal Charter of 3 September (Art.2, §4) it became known as the National Museum of Royal Coaches and came under the jurisdiction of the Ministry of the Kingdom, through the Directorate General of Higher and Special Education.

Interestingly, the last museum of the monarchy was the first National Museum in the country.



05
06

After the establishment of the Republic, the republican government changed the name of the museum to National Coach Museum, by Decree no.1, of 26 May, 1911

However, the lack of space to display the total number of carriages that were part of the Royal Household collection was felt even in the time of Queen Amelia, who just a year after the inauguration of the Museum, commissioned the architect Rosendo Carvalheira to design an expanded exhibition space in a building to be located in the north of the Pátio das Damas, with a direct connection to the Riding Arena by means of a tunnel that started under the north gallery of the Great Hall of the Museum. (Figure 06)

Three solutions were presented to the Queen, (Figures 07, 08, 09) but with the Regicide that occurred on 1 February, 1908, the project was abandoned and the lack of space in the museum worsened with the incorporation of the new collection of vehicles from the Patriarchate.

Figure 05 – Royal Carriage Museum, Great Hall, 1905.

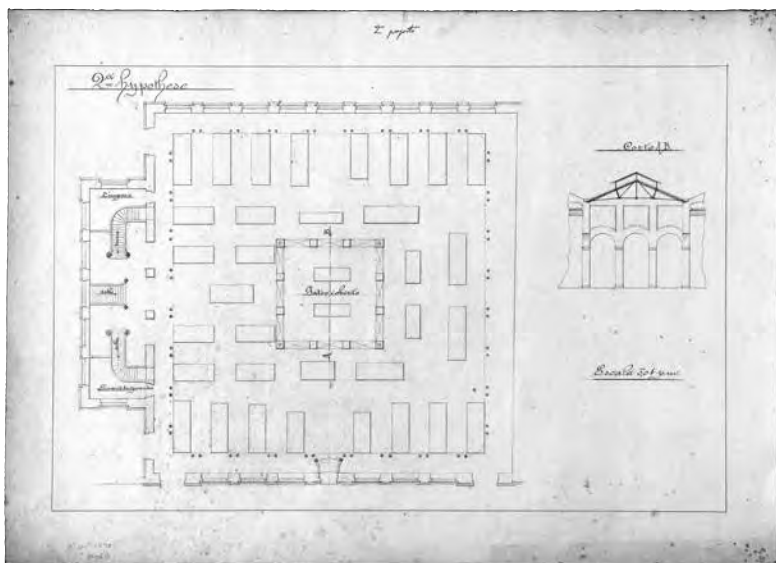
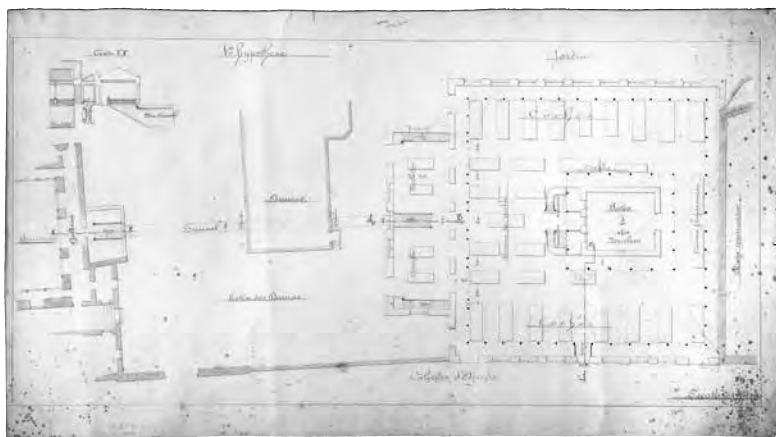
Figure 06 – Elevation from Calçada da Ajuda and cross section representing the tunnel to the recently expanded exposition space. Drawing by Architect Rosendo Carvalheira, 1906.

Figure 07 – Design for the expansion of the Museum's exposition space, North from Pátio das Damas, 1st Alternative. Drawing by Architect Rosendo Carvalheira, 1906.

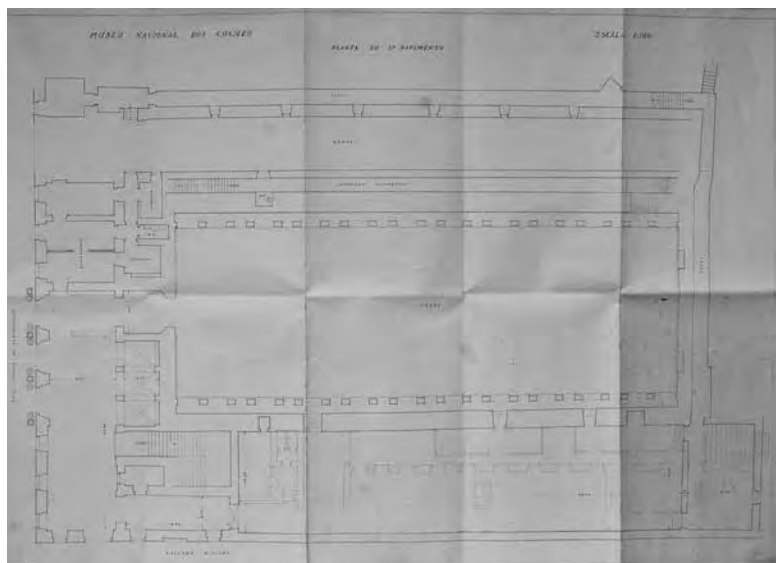
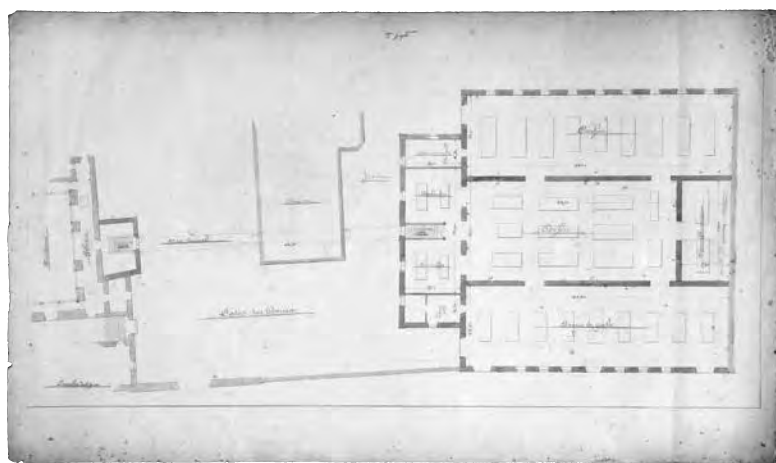
Figure 08 – Design for the expansion of the Museum's exposition space, North from Pátio das Damas, 2nd Alternative. Drawing by Architect Rosendo Carvalheira, 1906.

Figure 09 – Design for the expansion of the Museum's exposition space, North from Pátio das Damas, 3rd Alternative. Drawing by Architect Rosendo Carvalheira, 1906.

Figure 10 – Architect Raul Lino's design for the expansion of the eastern wing of the museum, 1941.



07
08



09
10

era conhecida com a denominação de picadeiro do Paço de Belém ou de D. João V, até ao dia de ontem».

Foi lavrado um *Auto de Inauguração* do Museu dos Coches Reaes, assinado pela rainha D. Amélia, pela Condessa de Figueiró, e pelos senhores D. João Alarcão Velasques Osório, Ministro das Obras Públicas, Severiano Augusto da Fonseca Monteiro, Diretor-Geral do Ministério das Obras Públicas e Minas, Rosendo Carvalheira Arquiteto de 1.ª classe do Ministério das Obras Públicas, José Malhoa pintor que restaurou os tetos, Frederico Augusto Ribeiro, construtor civil, entre outros, presentes na cerimónia.

Em 1905, o Museu dos Coches Reais, e o edifício no qual estava instalado dependia da Repartição das Reais Equipagens. Em 1908, por Carta de Lei de 3 de setembro (art.º 2.º, § 4.º) passou a ter a designação de Museu Nacional dos Coches Reais ficando sob a jurisdição do Ministério do Reino, por intermédio da Direção Geral de Instrução Superior e Especial.

Curiosamente, o último museu da monarquia foi o primeiro Museu Nacional do país.

Após a implantação da República, o governo republicano alterou, por Decreto n.º 1, de 26 de maio de 1911, a designação do museu para Museu Nacional dos Coches.

No entanto, a falta de espaço para expor o número total de viaturas que integravam a coleção da Casa Real fez-se sentir ainda no tempo da rainha D. Amélia que, apenas um ano após a inauguração do Museu, encomendou ao arquiteto Rosendo Carvalheira um novo projeto para

a ampliação do espaço expositivo num edifício a implantar a norte do Pátio das Damas, com ligação direta ao Picadeiro, ao qual se acedia por meio de um túnel que tinha início sob a tribuna norte do Salão Nobre do Museu. (Figura 06)

Três soluções foram apresentadas à Rainha, (Figura 07, 08, 09) mas com o Regicídio ocorrido em 1 de fevereiro de 1908, o projeto foi abandonado e a situação de falta de espaço do Museu foi-se agravando com a incorporação na coleção de novas viaturas provenientes do Patriarcado.

Apenas a 21 de novembro de 1941, conforme notícia do jornal *República* «Fez-se, hoje, a adjudicação dos trabalhos de ampliação do Museu Nacional dos Coches, que desde 1905, está instalado no que foi o antigo picadeiro do Palácio de Belém, esquina da calçada da Ajuda.

Havia-se reconhecido, desde há muito, a escassez do espaço do museu. As coleções de viaturas artísticas estavam dispostas um pouco acanhadamente, pelo que era preciso alargar a dependência destinada ao museu.

Figura 05 – Salão Nobre do Museu dos Coches Reais, 1905.

Figura 06 – Alçado sobre a Calçada da Ajuda e corte representando o túnel de ligação à nova ampliação do espaço expositivo. Desenho do arquiteto Rosendo Carvalheira, 1906.

Figura 07 – Projeto para ampliação do espaço expositivo do Museu a norte do Pátio das Damas, 1.ª hipótese. Desenho do arquiteto Rosendo Carvalheira, 1906.

Figura 08 – Projeto para ampliação do espaço expositivo do Museu a norte do Pátio das Damas, 2.ª hipótese. Desenho do arquiteto Rosendo Carvalheira, 1906.

Figura 09 – Projeto para ampliação do espaço expositivo do Museu a norte do Pátio das Damas, 3.ª hipótese. Desenho do arquiteto Rosendo Carvalheira, 1906.

Figura 10 – Projeto do arquiteto Raul Lino para ampliação do Museu para nascente, 1941.

Only on 21 November, 1941, according to the news in the newspaper *República* “was the award made today of the work to expand the National Coach Museum, which since 1905, has been located in what was the former stables of the Palace of Belém, in the corner of the Ajuda street.

The museum’s lack of space had long been acknowledged. The collections of artistic vehicles were arranged somewhat awkwardly, so it was necessary to extend the premises allocated to the museum.

The Director General of National Monuments, according to the established plan, determined that the museum would be extended on the side of the Ajuda street. “It shall be taken up to the current wall of that street, making a new hall there.”

The design was commissioned from the architect Raul Lino and built to the east of the building, with a smaller area than the Riding Arena, occupying precisely the space of the old walled courtyard. (Figure 10)

The construction involved the extension of the eastern façade, whose outline would be reproduced from the main façade, despite the obvious limitations imposed by the slope of the terrain.

The New Hall, as it is still known, was opened in January 1944 by President Marechal Carmona, displaying a number of previously restored vehicles, whose silhouettes were set off by the white walls where several armorial saddle-cloths were suspended. (Figure 11)

Despite this addition, the museum still did not have enough space for the exhibition of its collection, which had now been increased by the incorporation of new vehicles that had accumulated in various stores since the establishment of the Republic, and that at the time it was important to clear, and also due to the growing influx of visitors, especially from abroad, passing through Lisbon. For this reason, the architect Raul Lino presented a second project in 1946, to build a new gallery to the west of the Great Hall, occupying the secondary street that gave access to the Pátio das Damas. (Figure 12)

This project ultimately never materialised, after an attempt by the Directorate-General for National Buildings and Monuments, in 1975, caused the collapse of the west wall of the Great Hall. (Figures 13, 14)

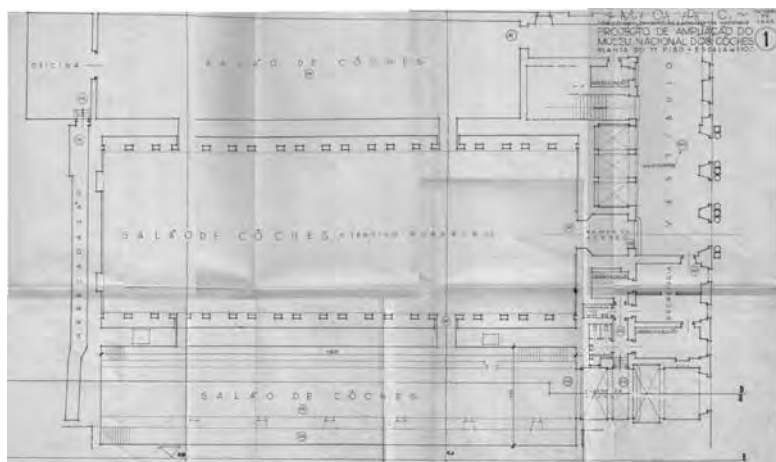
The poor public reception conditions, difficult access conditions and limited enjoyment of the collection remained, therefore (Figures 15, 16), with inadequate space devoted to the activities of the educational service, insufficient storage space and the cramped exhibition space, and these were sufficient reasons for the decision taken by the Portuguese Government, through Council of Ministers Resolution no. 78/2008 of 30 April 2008, to build a new building from scratch that would “house with dignity the most important collection in the world of ceremonial coaches from the 16th to the 19th century” and, consequently, receive the public that would visit.

However, despite this assurance, the fear remained that a century-old image so strongly rooted, both nationally and internationally, would be obliterated.

So two aims guided the immediate development of the Museological Programme for the New Museum.

First, to demonstrate to policy makers the need to preserve the memory of this unique century-old Museum/Monument, one of Lisbon’s true icons, and the first Museum of Transport in the world. We proposed, therefore, that the current Museum retains a small core of 10 coaches, as well as a collection of exhibits connected to equestrian activity, this space continuing to complement any visit to the New Coach Museum.

In addition, the facilities also enable the provision of a service to lend the space for holding events in which the National Coach Museum was, for over 20 years, one of the pioneers, having in its history, for example,



11
12

the Luncheon for the European Union Heads of State and Government after the signing of the Treaty of Lisbon on 13 December, 2007.

Secondly the new building should be equipped with all the facilities necessary not only to fully perform its task as an area of research, conservation and dissemination of a collection classified as a National Treasure, but also the clear assumption of the role that the museum must have as a generator of economic development. (Figures 17, 18)

In this respect, the Museological Programme contemplated a new facility in the field of conservation and restoration of horse-drawn vehicles, given that the international prestige of the National Coach Museum has stimulated a constant demand for support from international collectors and even by other museums. The New Museum therefore includes a conservation and restoration workshop where we intend to develop and perfect the techniques of treatment, preventive conservation and restoration of this type of heritage and also preserve certain handicraft activities related to the construction of vehicles such as carters, saddlers and silkmen who are naturally disappearing and whose professional know-how it is important to record.

It is also important to mention the installation of a large Reserve space, properly compartmentalised and equipped with suitable air conditioning for the preservation of various types of objects.

Figure 11 – Exposition of carriages in the New Hall, 1944.

Figure 12 – Architect Raul Lino’s design for the expansion of the western wing of the museum, 1941.

Figure 13, 14 – Collapse of the western wall of the Great Hall, 1975.



13
14

O diretor-geral dos Monumentos Nacionais, de acordo com o plano estabelecido, determinou que o Museu fosse alargado pelo lado da calçada da Ajuda. Rasgar-se-á até ao limite do atual muro daquela artéria, fazendo-se aí um novo salão».

O projeto foi entregue ao arquiteto Raul Lino e construído a nascente do edifício, com uma área inferior à do picadeiro, ocupando precisamente o espaço do antigo quintal murado. (Figura 10)

A construção implicou o prolongamento da fachada nascente, cuja traça seria reproduzida a partir da fachada principal, apesar das evidentes limitações impostas pelo declive do terreno.

O Salão Novo, como ainda hoje é conhecido, foi inaugurado em janeiro de 1944 pelo Presidente da República Marechal Carmona e apresentava uma série de viaturas previamente restauradas cujas silhuetas se recortavam contra as paredes brancas onde se suspendiam diversos telizes armoriados. (Figura 11)

Apesar deste acréscimo, o Museu continuava a não dispor do espaço suficiente para a apresentação da sua coleção, entretanto aumentada pela incorporação de novas viaturas acumuladas em diversos depósitos desde a implantação da República, e que na altura importava desimpedir, e também pelo crescente afluxo de público, sobretudo estrangeiro, que passava por Lisboa. Por este motivo, o arquiteto Raul Lino apresentou, em 1946, um segundo projeto para a construção de uma nova galeria a poente do Salão Nobre, ocupando o arruamento secundário de acesso ao Pátio das Damas. (Figura 12)

Este projeto acabou por nunca se concretizar após uma tentativa empreendida pela Direção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, em 1975, que veio a provocar a derrocada da parede poente do Salão Nobre. (Figura 13, 14)

Mantiveram-se, assim, as precárias condições de acolhimento do público, as difíceis condições de visita e fruição da coleção, (Figura 15, 16) o limitado espaço dedicado às atividades do serviço educativo, as insuficientes reservas e o exíguo espaço da loja que constituem razões bastantes para a decisão tomada pelo Governo português, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 78/2008, de 30 de abril de 2008, de construir um novo edifício de raiz que «acolhesse condignamente a mais importante coleção do mundo de viaturas de gala do século XVI ao século XIX» e, consequentemente, o público que a visita.

No entanto, apesar desta evidência, permaneceu a angústia de ver apagar uma imagem centenária tão fortemente implantada a nível nacional e internacional.

Assim, dois objetivos pautaram de imediato a elaboração do *Programa Museológico* para o Novo Museu.

Em primeiro lugar demonstrar junto dos decisores políticos a necessidade de conservar nas instalações originais a memória deste secular Museu/Monumento, verdadeiro ícone da Cidade de Lisboa e o primeiro Museu de Transportes em todo o Mundo. Propusemos, por isso, que no atual Museu permaneça um pequeno núcleo de 10 viaturas, bem como um conjunto de peças ligadas à atividade equestre, continuando este espaço a complementar a visita ao Novo Museu dos Coches.

Paralelamente, as instalações possibilitam ainda a prestação de um serviço de cedências de espaço para a realização de eventos nos quais o Museu Nacional dos Coches foi, há mais de 20 anos, um dos pioneiros, ficando, por exemplo, na sua história o Almoço dos Chefes de Estado e do Governo dos países da União Europeia após a assinatura do Tratado de Lisboa a 13 de dezembro de 2007.

Em segundo lugar dotar o novo edifício com todas as valências necessárias não só ao pleno cumprimento da sua missão enquanto espaço de investigação, conservação e divulgação da coleção, classificada como Tesouro Nacional mas também a assumpção clara do papel que o Museu deve cumprir enquanto gerador de desenvolvimento económico. (Figura 17, 18)

E neste domínio o *Programa Museológico* contemplou uma nova valência na área da Conservação e Restauro de viaturas hipomóveis onde o prestígio internacional do Museu Nacional dos Coches tem motivado uma permanente procura de apoio por parte de colecionadores internacionais e mesmo por parte de outras instituições museais. O Novo Museu inclui, assim, um espaço de oficina de conservação e restauro onde pretendemos desenvolver e aperfeiçoar as técnicas de tratamento, conservação preventiva e restauro deste tipo de património e manter contacto com algumas atividades artesanais ligadas à construção de veículos hipomóveis como *os abegões*, *os correeiros* ou *os serigueiros* que se encontram naturalmente em vias de desaparecimento e dos quais importa recolher os conhecimentos profissionais.

Importa, ainda, referir a instalação de um amplo espaço de Reservas devidamente compartimentadas e equipadas com climatização adequada à conservação das diferentes tipologias de objetos.

Claro está que, neste desafio, a captação de novos públicos e a necessidade de satisfazer um número significativo de visitantes foram também consideradas na elaboração do *Programa Museológico* do Novo Museu.

.....
Figura 11 – Exposição de viaturas no Salão Novo, 1944.

Figura 12 – Projeto do arquiteto Raul Lino para ampliação do Museu para poente, 1946.

Figura 13, 14 – Derrocada da parede poente do Salão Nobre do Museu, 1975.



15



16

It is clear that, in this challenge, attracting new audiences and the need to satisfy a significant number of visitors was also considered in the preparation of the Museological Programme for the New Museum.

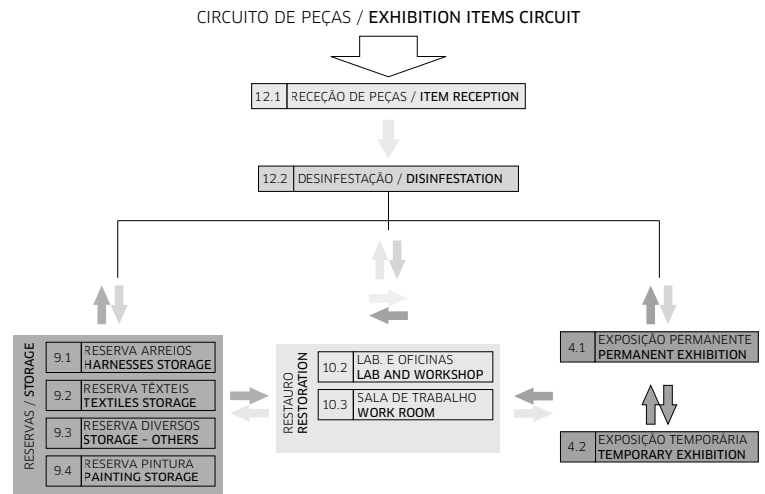
The possibility of benefitting from the construction of a building from scratch for the New Museum allowed a full appreciation of the vehicles and establishing two routes of different visit durations.

In this way the needs of Tour Operators are better served for groups with more limited visiting times, ensuring in both cases an overview of the collection. (Figure 19)

The museographic solutions employed in the exhibition route, including the use of new technologies (Figure 20), reinforce the understanding of the technical and stylistic evolution seen in the construction of ceremonial coaches over the centuries and also highlights the growing role that the use of vehicles assumed in the representation of power and social status of their owners.

New facilities have also been included to welcome and support visitors, with the introduction of coffee shops, a restaurant, and a retail space for the Museum Shop along with the expansion of spaces for the Education Department and the Library and Archive, and an auditorium that provides the opportunity for a range of cultural activities, whether or not related to the activity of the Museum.

It remains to point out that the challenge was not restricted to the dia-



17

logue with the designers but also with the policy makers that oversee the Museum.

And in this area issues of organisational, methodological and management nature are particularly important.

The decision to gather the vast majority of the National Coach Museum collection in the new building allows the public to make a journey through the evolution of horse-drawn transportation used by the nobility and clergy from the late 16th century to the early 20th century, thus witnessing both the technical and stylistic evolution that led us to the car.

This is, without doubt, an indisputable advantage not only in terms of research but also for the enrichment of the exhibition and the consequent dissemination to the public, encouraging an even greater international recognition of the added value that represents the world's most famous collection of horse-drawn ceremonial carriages used by the European Courts.

All the major European museums have had to adapt to receive large flows of visitors. The National Coach Museum, housed in a contemporary building of great architectural quality, is another magnet of attraction that its exceptional collection justifies and a sign of cultural modernity for the country, especially as it occupies a particularly privileged area of Lisbon.

It thus supports the opinion of the architect Josep Maria Montaner, professor at the Higher Technical School of Architecture of Barcelona and author of *Museos para el siglo XXI (Museums for the 21st Century)*², that the predominant features of new museums are the complexity of the programme, the excellence of exhibit conservation, display and lighting methods and the urban role they perform, as monuments and places of art, becoming one of the ways for cities and countries to incorporate international tourist routes.

Bibliography

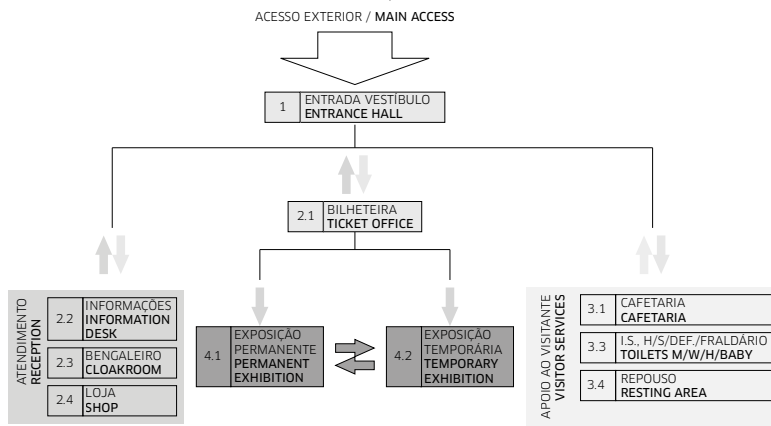
A. Telles. (1880, 16 June) Ocidente.

J. M. Montaner, *Museos para el siglo XXI*: Gustavo Gili, 2003.

.....
Figure 15, 16 – National Coach Museum, difficult visiting conditions.
Figure 17 – Museological Programme for the New Museum – Exhibits circuit, 2008.
Figure 18 – Museological Programme for the New Museum – Visitors circuit, 2008.
Figure 19 – Different visiting paths for the permanent exhibition.
Figure 20 – Museological Programme for the New Museum – Visitors circuit, 2008.

2. *Museos para el siglo XXI*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2003

CIRCUITO DE VISITANTES / VISITOR CIRCUIT



18

A possibilidade de beneficiar da construção de um edifício de raiz para instalação do Novo Museu permitiu uma leitura integral das viaturas e definir a existência de dois percursos com duração de visita diferenciada.

Servem-se assim melhor as necessidades manifestadas pelos Operadores Turísticos para grupos com tempos de visita mais limitados garantindo em ambos os casos uma visão geral da coleção. (Figura 19)

As soluções museográficas encontradas para o cumprimento do percurso expositivo, que incluem o recurso às novas tecnologias, (Figura 20) reforçam a compreensão da evolução técnica e estilística verificada na construção das viaturas de gala ao longo dos séculos e destacam igualmente o crescente papel que a utilização das viaturas assumiu na representação do poder e estatuto social dos seus proprietários.

Foram, igualmente, programadas novas valências para o acolhimento e apoio de visitantes com a introdução de cafetarias, de um restaurante, e de um espaço comercial para a Loja do Museu a par com a ampliação das áreas destinadas ao Serviço Educativo e à Biblioteca e Arquivo e ainda a criação de um Auditório que potencie a realização de um conjunto de actividades culturais, relacionadas ou não com a atividade do Museu.

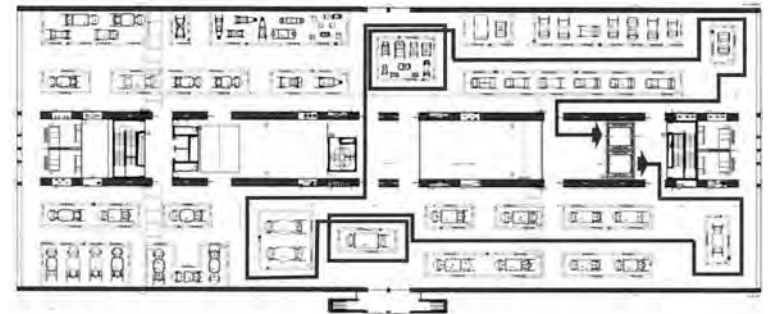
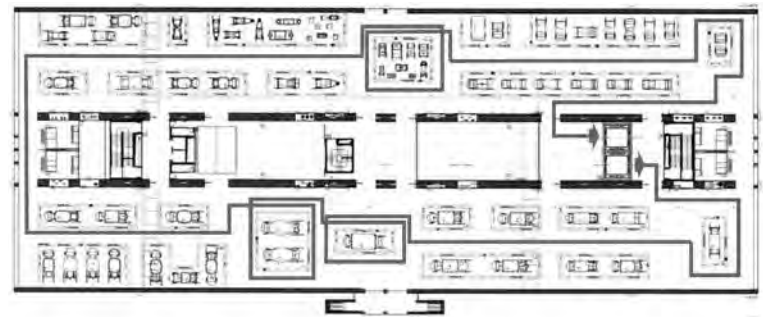
Resta-me referir que o desafio não se resumiu ao diálogo com os projetistas mas também com os decisores políticos que tutelam o Museu.

E neste domínio têm especial importância questões de natureza organizativa, metodológica e de gestão.

A decisão de reunir no novo edifício a grande maioria da coleção do Museu Nacional dos Coches permitirá ao público efetuar um percurso através da evolução do transporte hipomóvel utilizado pela nobreza e clero desde o final do século XVI ao início do século XX acompanhando, assim, não só a evolução estilística mas também a técnica que nos conduziu ao automóvel.

Este aspeto representa, sem dúvida, uma vantagem indiscutível não só a nível de investigação mas igualmente a nível do enriquecimento da exposição e consequente divulgação junto do público e favorecendo um reconhecimento internacional ainda maior da mais valia que representa a mais famosa coleção do mundo de viaturas hipomóveis de gala utilizadas pelas cortes europeias.

Todos os grandes museus europeus tiveram de se adaptar para receber grandes fluxos de visitantes. O Museu Nacional dos Coches instalado num edifício contemporâneo, de grande qualidade arquitetónica, representa mais um pólo de atração que a excecional coleção justifica e uma marca de modernidade cultural para o país, tanto mais que ocupa uma



19



20

área privilegiada da cidade de Lisboa.

Confirma-se, assim, a opinião do arquiteto Josep Maria Montaner, professor catedrático da Escola Técnica Superior de Arquitetura de Barcelona e autor do livro *Museos para el siglo XXI*,² que a característica predominante dos novos museus é a complexidade do programa, a excelência dos métodos de conservação, exposição e iluminação dos objetos e o papel urbano que assumem, como monumento e lugar de arte, tornando-se numa das formas de cidades e países se incorporarem nas rotas turísticas internacionais.

Figura 15, 16 - Museu Nacional dos Coches, difíceis condições de visita.

Figura 17 - Programa museológico do novo Museu Nacional dos Coches - Circuito de peças, 2008.

Figura 18 - Programa museológico do novo Museu Nacional dos Coches - Circuito de visitantes, 2008.

Figura 19 - Percursos de visita diferenciados à exposição permanente.

Figura 20 - Programa museológico do novo Museu Nacional dos Coches - Circuito de visitantes, 2008.

2. *Museos para el siglo XXI*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2003

Mendes da Rocha, a creator of non-existent places

José Manuel Pozo

When I was asked by CDO to write these lines about the building that would house the new Coach Museum in Lisbon, the first thing I did was go to Lisbon to see it because, even though I've always thought that no work of architecture should be judged without having walked in it and without having seen it in its natural environment, this is particularly true in the case of the works by Mendes da Rocha, since I do not know of a single one which may be said to be separate from the site on which it sits and, furthermore, has not transformed it, and this cannot be perceived without personal contact. Indeed, this is consistent with the Brazilian architect's own thinking: "My architecture is always inspired by an idea (...) of how man transforms the living place, with great social and solidary interest, through a vision open to the future".

Despite this, I would be lying if I did not confess that, at some point during the long trip I wondered whether the effort was perhaps excessive, since I was very busy in Pamplona, and whether I could not meet the request without seeing the building personally; however, I must say, as part of the positive ideas which I am able to convey through these lines, that I was not mistaken and I have no regrets at all about having made the trip and followed the implicit advice of the remarkable Ortiz-Echagüe who said, when he published his work *La arquitectura española actual*, in 1965: "I only collected works that I have visited thoroughly, and this explains why some achievements may be missing which I'm told are of great interest but which I only know from photographs" (César Ortiz-Echagüe, *La arquitectura española actual*, Ed. Rialp, Madrid 1965, pp. 10-11)

When I arrived the work was quite advanced and its visual power, its colossal scale and the magnitude of the spaces created by Mendes da Rocha, both inside and outside the building, were already visible in all their breadth, and the sequential richness of the promenade designed to travel through it could already be enjoyed; it was even possible to perfectly imagine the kaleidoscopic vision of the future carriages this promenade would afford the visitor.

I was particularly impressed both by the serenity of the ensemble and the self-assurance with which Mendes da Rocha had sited the elements of his work on a rather difficult plot of land, with a complex topography, marked by existing features of very different scales for which the museum works as a link; on one side is the detailed and fragmented scale of the city with the characteristic tilework which further fragments the houses into smaller pieces; facing this, on the opposite side, another scale arises, immense, limitless, almost infinite, defined by the Tagus and its open landscape; and, like a bond between the two, the third monumental scale, established by the bridge which, like a backdrop, spans

the Sea of Straw at a considerable height commensurate with the huge void that it bridges, but which creates a dimension of reference which would not tolerate a timid, paltry response, although it also deters from the temptation for a challenging attitude, demanding discretion and concealment so as to not enter into pretentious competition. Lastly, to complete the picture, on the fourth side, Mendes had to contend with the visual reference of Jerónimos.

Within this scenery, it is no wonder that my attention was immediately drawn to the excellent urban quality and the restraint of the Museum, despite its size (to which I shall come back later), and to its well thought-out and respectful mass balance with which Mendes da Rocha, in addition to providing Lisbon with a museum, knew to build the piece that this incomplete section of the Tagus city required, a timeless monument which gave the place a sense.

Perhaps, in my case, the perception of the monumental suitability of the building for the qualities of the site was intensified because of the direction from which I approached the Museum: by car from Byrne's splendid ocean watch-tower, which I wished to see, and from here following the course of the river, with the bridge over the Tagus as a distant reference. Along the way I successively found other recent works erected in Lisbon, two of which seemed especially "great" and aggressive and provocative to me: one, the headquarters of some Foundation, near the Belém Tower, which I would unashamedly dismiss for its outdated formalism; and the other further on, located by the Jerónimos Monastery, with which it seemed to want to compete with its stilted and failed monumentality. In both cases, it seemed to me that, despite those displays of size and apparent power, achieved through a combination of exacerbated masses and unnecessary formalism, the buildings imposed themselves upon the site without respecting it.

This is why I was all the more surprised by the serenity of Mendes da Rocha's work and, later on, on my return journey, I found myself wondering where its merit lay; what was behind that serenity and self-assurance conveyed by the elements which made up the Museum, that had already turned it into a monument before it had been completed.

Before my visit to Lisbon, Mendes da Rocha was, for me, no more than a Brazilian Pritzker, the author of notable architectural works, usually of "Brazilian" dimensions; I had visited a number of his works in São Paulo and some had left a particular impression on me, such as the canopy in the Cha Plaza (1992) which, with a single, seemingly simple gesture, creates a monument and gives rise to a territory where there was a void before; but I must admit that, beyond the memory of the image imprinted on the retina and – why not say it? – the subsequent contem-

Mendes da Rocha, creador de lugares inexistentes

José Manuel Pozo

Cuando recibí el encargo por parte de CDO de escribir estas líneas acerca del edificio que iba a albergar el nuevo Museo de Carruajes de Lisboa, lo primero que hice fue ir a Lisboa para verlo, porque si siempre me ha parecido que no se debe juzgar ninguna arquitectura sin haberla recorrido y sin haberla visto en su habitat natural, pienso que eso se hace especialmente necesario en el caso de las obras de Mendes da Rocha, porque no conozco ninguna de ellas que pueda considerarse ajena al lugar que la acoge y que además no lo haya transformado, y eso no se puede percibir sin la experiencia vital personal. Lo cual es plenamente coherente con el pensamiento del arquitecto brasileño: “Mi arquitectura está siempre inspirada en una idea (...) de cómo el hombre transforma el lugar de habitar, con gran interés social y solidario, mediante una visión abierta al futuro”.

A pesar de eso, mentiría si no reconociese que en algún momento de aquel largo viaje hasta allí pensé si sería proporcionado el esfuerzo, ya que estaba entonces muy atareado en Pamplona, y pensé si tal vez no podría cumplir el encargo sin ir a verlo; sin embargo he de decir, como parte de las ideas buenas que puedo transmitir con estas líneas, que no me hubiera equivocado y que no me arrepiento en absoluto de haber hecho el viaje, y de haber seguido el consejo implícito que el admirable Ortiz-Echagüe dió cuando, al publicar en 1965 su obra *La arquitectura española actual*, señalaba que “me he limitado a recoger sólo obras que he visto detenidamente, lo que explica que puedan faltar algunos realizaciones que me consta son de gran interés pero que sólo conozco por fotografías” (César Ortiz-Echagüe, *La arquitectura española actual*, Ed. Rialp, Madrid 1965, pp. 10-11).

Cuando llegué encontré la obra muy avanzada, y eran ya visibles casi en toda su plenitud su poderío plástico, su escala colosal, y la amplitud de los espacios creados por Mendes da Rocha, tanto dentro como fuera del edificio, y se podía disfrutar de la riqueza secuencial de la *promenade* diseñada por él para recorrerlo, e incluso era ya posible imaginar perfectamente la visión caleidoscópica que mediante ese recorrido el visitante podrá tener de los carruajes en el futuro.

Me impresionaron notablemente tanto la serenidad del conjunto como el aplomo con el que Mendes da Rocha había sabido implantar las piezas de su obra en una parcela nada fácil, de topografía compleja y enmarcada por preexistencias de muy distintas escalas, para las que el museo sirve precisamente de nexo; a un lado está la escala menuda y fragmentada de la ciudad con el característico azulejado que fragmenta aún más las casas en piezas menores; frente a eso, en el lado opuesto aparece otra escala, inmensa, sin límites, casi infinita, definida por el Tajo y su paisaje abierto; y como unión entre ambas, la tercera, monumental,

establecida por el puente que, como telón de fondo de la escena, cruza el mar de la Paja a una altura considerable, proporcionada al enorme vacío que salva, pero que establece una dimensión de referencia que no permite ya una respuesta tímida y mezquina, aunque a la vez sirve también para disuadir de la tentación de una actitud desafiante, y reclama discreción y ocultamiento para no entrar en competencia pretenciosa. Por último, cerrando el cuadro, en el cuarto lado Mendes se enfrentaba a la referencia visual de los Jerónimos.

En ese escenario no es de extrañar que fijase mucho mi atención desde el primer momento en la excelente cualidad urbana y la mesura del Museo, a pesar de su dimensión, (a la que luego me referiré), y en su ponderado y respetuoso equilibrio de masas, con las que Mendes da Rocha además de proporcionar a Lisboa un museo ha sabido construir la pieza que necesitaba ese retazo incompleto de la ciudad del Tajo, un monumento intemporal que ha dado razón de ser a ese lugar.

Tal vez la percepción de esa adecuación monumental del edificio a las cualidades del lugar se acentuó en mi caso debido al modo en que hice la aproximación al Museo, en automóvil partiendo de la espléndida torre de vigilancia marítima de Byrne, que deseaba ver, y siguiendo desde allí el cauce del río con el puente sobre el tajo como referencia lejana; y en el recorrido encontré, sucesivamente, otras obras recientes levantadas en Lisboa, de entre las cuales dos me habían parecido especialmente ‘grandes’ y agresivas y desafiantes, una cerca de la Torre de Belén, de la que prescindía abiertamente con su trasnochado formalismo, que era sede de cierta Fundación, y otra más adelante situada junto al Monasterio de los Jerónimos, con el que parecía querer competir con su forzada y no lograda monumentalidad. Y en ambos casos me había parecido apreciar que esos a pesar de esos alardes de tamaño y de aparente poderío, buscado mediante juegos de masas exageradas y formalismos innecesarios los edificios se imponían en el lugar sin respetarlo.

Por eso me sorprendió tal vez más la serenidad de la obra de Mendes da Rocha y desde aquella primera visita, y ya en el viaje de vuelta, me he estado preguntando donde residía su acierto; a qué se deben la serenidad y el aplomo que transmiten las piezas que componen el Museo y que hacían de él un monumento aun antes de estar terminado.

Antes de mi visita a Lisboa, Mendes da Rocha era para mí sólo un premio Pritzker brasileño, autor de obras notables de arquitectura, por lo general de dimensiones ‘brasileiras’; había podido visitar obras suyas en Sao Paulo, y alguna de ellas me había impresionado especialmente; como la marquesina de la plaza do Cha (1992), que con un sólo gesto, que parece sencillo, crea un monumento y genera un territorio donde había un vacío; pero he de reconocer que más allá del recuerdo de la



plation of pictures of his works, I had not devoted much time to thinking why “so much city” is created from a simple canopy, however large it is, because it clearly is not just a question of size.

However, after my trip to Lisbon, reflecting on the challenge I had accepted, now answered by these lines, I began to suspect that the event in São Paulo and the fact that a museum can become so much a part of a city had to have something in common. And that, if I somehow managed to convey my thoughts, this should be my contribution to this issue of CDO.

Certain that others will discover and better describe the building and its constructive and aesthetical features, my purpose with these lines will be to convey some of the convictions that I have formed; and, in these times of progressive revivalism and pseudo-local timidity and camouflage, I am very interested in highlighting the social values of abstraction and cogency that confer greatness on this work by Mendes da Rocha, whose merits I gradually came to realise.

I cannot deny that I found the ideas I came across in some of the books I read in recent months for this purpose, luminous and clarifying. I must cite, among those, the splendid work by García del Monte (Paulo Mendes da Rocha, *Conciencia Arquitectónica del Pretensado* (*The Architectural Conscience of Prestressed Concrete*), ed. Nobuko, 2011), which helped me understand the reason for the overwhelming lightness and the overpowering levity of the work of Mendes da Rocha, which do not

seek to provoke the restlessness of the fake equilibrium of the “weightless” solids of Navarro Baldeweg, but rather show the serene tranquility the balanced effort of his huge masses creates.

For many years, whenever my work allowed it, I visited Rome as much as I could, as it is a city you can never say you have visited enough. On many occasions, I was accompanied by students from the School of Architecture of the University of Navarre where I was, and still am, teaching. During the indispensable visit to St. Peter’s Basilica, I would try to make them focus on what does not seem big at a first glance and requires concentration to (barely) perceive its dimensions, and spend some time in the plaza in serene comparative observation to become aware of its size, using for this the scale provided by the people walking across the plaza or appearing on its balconies; after contemplating this outstanding display of proportion and restraint – distinct concept of mere dimension – I would take them to Piazza Venezia and try to make them focus on the “immense” pile of the Monument to Victor Emmanuel II, with the Altar of the Fatherland, located at the foot of the Capitoline Hill, which, somewhat insignificant as it is next to the Vatican Basilica, can be easily perceived at a glance as something of an imposing excess.

It seemed to me that the comparison afforded a great lesson in architecture: in good architecture, big should seem small and with this great beauty, conferring serenity on the work, the quality desired by Berlage and Mies is achieved.



imagen impresa en la retina y, por qué no decirlo, de la posterior contemplación de las fotografías de sus obras, no había dedicado mucho tiempo a pensar sobre por qué se crea 'tanta ciudad' con una simple marquesina, por grande que esta sea, porque no es evidentemente una cuestión sólo de tamaño.

Pero después del viaje a Lisboa, pensando en el reto que había aceptado y al que responden estas líneas, empecé a sospechar que algo tenían que tener en común aquel acontecimiento de Sao Paulo y el hecho de crear ciudad con un museo. Y que si lograba plasmar de algún modo mis reflexiones esa debía ser mi aportación a este número de CDO.

Seguro que otros descubren y describen mejor el edificio y sus características constructivas y estéticas, pero a mi intento en estas líneas va a ser plasmar algunas de las convicciones a las que he llegado; y en estos tiempos de progresivo revivalismo y de timideces y camuflajes pseudo localistas me interesa mucho destacar los valores sociales de abstracción y contundencia que hacen grande a esta obra de Mendes da Rocha. De cuyos aciertos me he ido dando cuenta poco a poco.

Para lo que no puedo ocultar que me han resultado luminosas y clarificadoras las ideas encontradas en algunos libros que he leído con ese fin en estos meses. Y de entre ellos no quiero dejar de citar el espléndido trabajo de García del Monte (Paulo Mendes da Rocha, conciencia arquitectónica del pretensado, ed. Nobuko, 2011), que me ha ayudado a comprender el porqué de la abrumadora ligereza y la aplastante levedad de

las obras de Mendes Da Rocha, que no pretenden provocar la inquietud del fingido equilibrio de los sólidos 'ingrávidos' de Navarro Baldeweg, sino por el contrario mostrar la serena calma que provoca el esfuerzo equilibrado de sus grandes masas.

Durante muchos años, mientras mis ocupaciones me lo permitieron, procuré ir a Roma cuantas veces pude, ya que es una ciudad que nunca se puede decir que se ha visitado suficiente número de veces. En muchas de las ocasiones lo hice acompañado por alumnos de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra en la que ejercía y aun ejerzo la docencia. Y entonces procuraba que durante la imprescindible visita a la Basílica de San Pedro se fijasen en que no parece grande a simple vista, y que para conseguir percibir sus dimensiones –a duras penas– se hace necesario concentrarse, y pasar un cierto tiempo en la Plaza, en serena observación comparativa, hasta cobrar conciencia de su tamaño sirviéndose para lograrlo de la escala que proporcionan las personas que circulan por la plaza o se asoman a su fachada; después, tras la contemplación de ese alarde insuperable de proporción y medida –conceptos distintos de la simple dimensión– procuraba llevarles Piazza Venezia, y les hacía fijarse en la 'inmensa' mole del Monumento a Víctor Manuel II con el Altar de la Patria, situado en la falda del Capitolio, que siendo algo insignificante al lado de la Basílica Vaticana, sin embargo se percibe a simple vista y sin esfuerzo como algo de imponente desmesura.

La comparación me parecía que aportaba una gran lección de

This memory from Rome, always alive in my mind, came to me as I stared at the Lisbon Coach Museum, because it is a building of considerable magnitude, without seeming to be so, despite being surrounded by small houses, of an almost rural appearance, with vegetable gardens and fences, which Mendes da Rocha respected because he knew not “to copy their style”.

The siting and scale of the building are extraordinary and, being a building of considerable size, it is not easy to take in its real dimensions. Mendes da Rocha's artistry lay in knowing how to detach and not impose himself, accepting that Lisbon had been there for many centuries before the 20th and that it is not so important to show that the 21st century has arrived.

Without comparing, it is hard to perceive its size; the Museum is sited on the land in such a way that it does not just occupy it but transforms it; you could almost say that it creates the place; as Mendes da Rocha himself stressed, talking about the construction of the Santos Dumond airport, “it was a reconfiguration of the land in order to install an urban site, a place.” (Interview in D'art no. 7, September 2000)

Improving existing features and completing the city is not achieved by trying to be more important than what is already there, as if it were necessary to announce one's entry on the scene; it is much more fitting, to continue the analogy, to make a discreet approach to the circle where the host is holding court, to try and listen to him first and, as the case may be, to join in “his” conversation later.

It is unquestionable that this perfect integration of the building does not arise from a poorly-understood adaptation to the place based on concealment or the formal or stylistic mimesis of the building; indeed, the museum is not a purely Portuguese or Lisbon work; if anything, it is a completely São Paulo, Brazilian work, both for its dimensions and its character. And yet perfect for the site on which it sits. Perhaps because it embodies to perfection what Wigley rightly said about local and foreign when he was talking about the Sydney Opera House: “The task of the architect is to graft the foreign onto and into the local”. (Mark Wigley *The myth of the local*; *Architects' Journeys*; GSAPP/T6 Ediciones, New York/Pamplona, 2011; pp. 209-53)

The new volumes do not imitate anything “local” but Mendes da Rocha was careful enough to make the two volumes of the Museum frame the statue of Afonso de Albuquerque, an urban landmark on this section of the Tagus bank, which marks the axis of the space separating the Museum block from the ancillary office building.

In the previously cited Roman examples, a good part of the success or failure lies in the proportion or lack of it, respectively, of the parts to the whole, which either conceal or flaunt the built dimension and so create serenity or displeasure in the viewer, as may be the case.

However, this proportion or balance between the parts seems to require a division and composition which, in the case of the Museum, only happens because its constituent volumes are few and simple, continuous, powerful, massive. Undoubtedly, it is here that the proper proportion happens between the bodies making up the museum, but its success and the serenity it displays do not originate from it alone.

In my opinion, the success of this building, the serenity that allows it to perfectly adapt to the envelope defined by the much smaller scale buildings that surround it, while responding to the scale and industrial setting of the bridge over the Tagus, lies in the fact that it is a powerful building which does not flaunt its power and size, and which has even been adapted to the topography.

Nevertheless, even if it does not flaunt its power nor display the po-

tency of its masses, it does not mean that it does not have them, that there is no tension. It simply means that this tension is not on show because it is serene and it is so because it is prior and internal and balanced; the structure does not need to exert power; it simply has it and applies it gently; the material is comfortable and has no need to flaunt what supports it or the supported mass. There is more than gesture, there is no “unnecessary writing” as Mangado likes to say: there is construction and built space with it, with minimal gestures that are markedly structural.

It is an ensemble endowed with a dense levity, in which voids, space and light seem to be the only contents of solids whose internal hollows show themselves to the outside through major gaps that serve to make those voids evident: the structure, as usual in the works of Mendes da Rocha, shapes the building, it does not support it: and for this reason its effort is not noticeable.

After seeing the building, I thought of Berlage's maxim that nothing that is not clearly built should be constructed and of Semper's four elements from which the former arises, with the immediate identification of the structure and the enclosure as the only constituents of the masses and the added interest that the plinth, in this case, is the ground itself that is introduced underneath the structure: this is not a building that occupies a plot, but it is the plot that receives the building.

I once heard João A. Rocha explain one of his works, saying that he had wished that the plot could have continued as it was before siting the work on it and that the building could float between the earth and the sky. This idea later helped me to understand many things, not only about his work, but also about the work of others, and as a value to be taken into account in architecture: the ability to become part of the territory and the landscape, without the need for topographical pirouettes but to enrich and complete them without pseudo-organicist concealment. This is a quality that typifies the work of Mendes da Rocha, including this Museum, in which once again he has achieved the floating levity of the weightless mass which seems to be suspended in the air.

The solution adopted for the ancillary volume of the Museum complements that offered by the main body: the supports here are strong and quite visible, one at each corner, and the walls open completely along their entire length; this building does not float, it is supported and supports a perforated roof which generates an inner void in which the movement of overhead light and shade reflected on water creates a fascinating space of quasi Alhambran reminiscences.

The pathway referred to above (the promenade) includes a belvedere over the river which becomes part of the visit, in the same way as the city and the bridge are visually inserted into the museum through the open gaps in the main body with the same oblique profile shape of the supports of the structure of the small body.

arquitectura: en la buena arquitectura lo grande debe parecer pequeño y con eso se logra una gran belleza, que aporta serenidad a la obra, la cualidad anhelada por Berlage y Mies.

Ese recuerdo romano, que mantengo vivo, me ha venido a la cabeza al enfrentarme con el Museo de Carruajes de Lisboa; pues se trata de un edificio de magnitud considerable, que sin embargo no aparenta, a pesar de estar rodeado de pequeñas casitas, de escaso porte, y aspecto casi agrícola, con huertos y tapias, que Mendes da Rocha ha sabido respetar, entre otras cosas porque ha sabido no 'copiar su estilo'.

La implantación y la escala del edificio son extraordinarias, y siendo un edificio nada pequeño, sin embargo no es fácil percibir sus reales dimensiones.

Y es que la maestría de Mendes da Rocha de entrada ha estado en saber distanciarse y no querer imponerse, aceptando que Lisboa existía ya muchos siglos antes del siglo XX y que no es tan importante hacer ver que el siglo XXI ha llegado a ella.

Si no es por comparación, resulta difícil percibir su tamaño; el Museo se sitúa en el territorio de modo que no lo ocupa simplemente, sino que lo transforma; casi se puede decir que crea el lugar; como el propio Mendes da Rocha señalaba hablando de la construcción del aeropuerto Santos Dumond "que fue una reconfiguración del territorio para instalar un sitio urbano, un lugar (entrevista en D'art n. 7, septiembre 2000)

Mejorar lo existente y completar la ciudad no se logra intentando mostrarse más importante que lo ya existente, como si fuese necesario que se notase nuestra llegada a la 'fiesta'; y es más adecuado, continuando con el simil, protagonizar un discreto acercamiento al círculo en el que el anfitrión está hablando para procurar escucharle primero, y si es el caso unirnos después a 'su' conversación.

Es indudable que esa buena ambientación del edificio no procede de una mal entendida adecuación al lugar basada en el ocultamiento o la mimesis formal o estilística del edificio; de hecho el museo no es una obra en absoluto portuguesa o lisboeta; de ser algo es una obra completamente paulista, brasileña, tanto por dimensiones como por carácter. Y sin embargo perfecta para el lugar en el que está. Tal vez porque encarna perfectamente lo que con acierto apunta Wigley acerca de lo local y lo foráneo a propósito de Ópera de Sydney, cuando dice que "la tarea del arquitecto es injertar lo foráneo a lo local y en lo local". (Mark Wigley "The myth of the local"; *Architects' Journeys*; GSAPP/T6 Ediciones, New York/Pamplona, 2011; pp. 209-53)

Los nuevos volúmenes no imitan a nada 'local' pero eso sí, Mendes da Rocha ha tenido buen cuidado de que los dos volúmenes del Museo enmarquen la estatua de Alfonso de Albuquerque, punto de referencia urbano en ese tramo de la ribera del Tajo, que aparece marcando el eje del espacio que separa el bloque del Museo del edificio auxiliar de las oficinas.

En los ejemplos romanos antes citados buena parte del acierto o desacierto estaba en la proporción o desproporción, respectivamente, de las partes con el todo, que o bien ocultan o bien ponen de manifiesto la dimensión de lo construido, y provocan de ese modo serenidad o desagrado en el observador, según el caso.

Pero esa proporción o equilibrio entre las partes parece requerir de una partición y composición, que en el caso del Museo apenas se da, porque los volúmenes que lo componen son pocos y simples, continuos, contundentes, masivos. Indudablemente aquí se da la adecuada proporción entre los cuerpos en que se descompone el museo, pero su acierto y la quietud que muestra sin embargo no nace solo de ahí.

En mi opinión el éxito de este edificio, la serenidad que le permite

adaptarse perfectamente al entorno definido por los edificios que le rodean, de mucha menor escala, y a la vez responder a la escala y a la configuración industrial del puente sobre el Tajo es que se trata de un edificio poderoso que no alardea de su fuerza y de su tamaño, que sin embargo tiene aunque redimensionado gracias a la topografía.

Ahora bien, que no alardee de su fuerza, que no ponga en evidencia la potencia de sus masas, no quiere decir que no las tenga, ni que no haya tensión. Quiere decir simplemente que esa tensión no se muestra, porque es serena, y es así porque es previa e interna y está equilibrada; la estructura no necesita hacer fuerza: simplemente la posee y la pone en ejercicio suavemente; el material está cómodo, y no se precisa hacer alarde ni de lo que soporta, ni de la masa soportada. No hay apenas gestos, no hay 'caligrafía innecesaria' como le gusta decir a Mangado: hay construcción y espacio construido con ella, con los mínimos gestos, marcadamente estructurales.

Se trata de un conjunto dotado de densa levedad, en la que los vacíos, el espacio y la luz parecen los únicos contenidos de unos sólidos cuyas oquedades internas se muestran al exterior a través de grandes huecos que sirven para poner en evidencia esos vacíos: la estructura como siempre en las obras de Mendes da Rocha conforma el edificio, no lo soporta: y por eso no se nota su esfuerzo.

Viendo el edificio enseguida pensé en la máxima berlagiana derivada de ellos de que nada se edifique que no esté claramente construido y en los cuatro elementos de Semper de los que aquella procede, con la identificación inmediata de la estructura y el cerramiento como únicos constitutivos de los volúmenes y el interés añadido de que el plinto en este caso es el suelo mismo que se introduce bajo la estructura: no es un edificio que ocupa un terreno, sino que es éste quien le acoge.

En una ocasión escuché a Joao A. Rocha explicar una de sus obras diciendo que hubiera deseado que el terreno hubiera podido seguir como estaba antes de situar en él la obra, y que el edificio flotase entre la tierra y el cielo. Esa idea me ha servido después para entender muchas cosas no sólo en sus obras sino también en las de otros, y como un valor a considerar en la arquitectura: la capacidad de pasar a formar parte del territorio y el paisaje, sin necesidad de hacer piruetas topográficas sino a base de enriquecerlo y completarlo sin ocultamientos pseudo-organicistas.

Y es una cualidad muy propia de las obras de Mendes da Rocha y también de esta, en la ha logrado una vez más la levedad flotante de la masa que no pesa y querría suspenderse en el aire.

La solución adoptada en el volumen auxiliar del Museo es complementaria de la que ofrece el cuerpo principal: los apoyos ahora son fuertes y bien visibles, uno en cada esquina, y los muros se abren completamente en toda su longitud; este edificio no flota, se apoya, y soporta una cubierta perforada que genera un vacío interior en el que el movimiento de la luz y la sombra cenitales reflejadas en el agua crean un espacio fascinante de remiscencias casi alhambrianas.

El recorrido antes aludido (la promenade) incluye un mirador sobre el río que de este modo se hace presente en la visita, del mismo modo que aparece la ciudad y el puente y se introducen visualmente en el museo a través de las grietas abiertas en el volumen principal con la misma forma de perfil oblicuo de los soportes de la estructura del cuerpo pequeño.





Exhibition project – National Coach Museum

Nuno Sampaio

Mr Cabral do Nascimento, you should always keep this fact in mind, so much so that you should not know that it is in your mind – that a work of art, however dispersed its detailed realisation might be, must always be a unified, organic thing, in which each part is essential both to the whole and to the others attached to it, and in which the whole exists synthetically in each of the parts and in the connection of those parts with each other. This should be understood until it becomes unconscious. Feel this until you feel it no more. And, once this is felt and understood even with your body, spurn the rest. Skip over logic. Tear out and burn all grammar. Reduce to dust every coherence, every decency, every conviction. Having appropriated the former, the only rule of art, you can lose your senses at will because you will never lose them; you can commit any excesses because you will never be excessive; you can allow your spirit every liberty because it never will take that of making a bad poet of you. The rest is Portuguese literature.”

Fernando Pessoa. Sensationist.

The first thing that must be mentioned about the design and work of the new National Coach Museum is the great coherence of the whole achieved by Architect Paulo Mendes da Rocha. Coherence in its organisation and composition, coherence of the ensemble and its parts, from the Exhibition Building to the Annex and the upper passageway, where the Exhibition is an integral part of this whole, with a deeply contemporary architectural discourse that addresses the challenges of the place, the city, the brief and the expectations created around the new museum.

Architect Paulo Mendes da Rocha was the “maestro” of a large, extensive “orchestra” that performed while never losing sight of the different instruments of knowledge, using the complementarity and harmony of this knowledge which enabled the whole complexity and demands of the brief and the construction to be composed, structured and organised with great lightness and apparent simplicity. The working form and method used in the construction of the project by the mastery of his “baton” turned this work into an academic and professional example of a coherent, connected *whole* of extraordinary integrity.

With an exhibition itinerary defined by the Board of the museum, the intention was to bring together in the new building the vehicles currently split between Vila Viçosa and the present museum, and a number of smaller artifacts, together constituting the best collection of coaches in the world.

The new museum and its exhibition would need to meet the aims of the Ministry for Culture and the Tourism Institute of Portugal of signifi-



01

cantly raising the number of visitors to the museum, from the current 250,000 to one million per year. In this sense, the project was developed to enable different types of visitors to be attracted, with varied interests, enhancing differentiated views on a very rich collection from the historical, technical, ornamental and decorative perspectives.

The pragmatic and humanistic vision of Architect Paulo Mendes da Rocha led to the formulation of two principles which provided the structure for the exhibition:

The first is the definition of the concept of “popular”, “democratic”, open to the general public or to the crowds, of “common”, “usual”, and is closely linked to the desire to make this a museum visited by all.

The second is to understand the building as a great “treasure box” which will house the “jewels of Portugal: the coaches”.

The exhibition building, consisting of the two large naves, is prepared to house all the vehicles, including coaches and berlins, with no separa-

Figure 01 – 3D Render.

Projeto expositivo – Museu Nacional dos Coches

Nuno Sampaio



“Procure o Sr. Cabral do Nascimento ter sempre este facto tão presente, que não saiba que o tem presente – que uma obra de arte, por dispersa que seja a sua realização detalhada, deve ser sempre uma coisa una e organica, em que cada parte é essencial tanto ao todo, como ás outras que lhe são annexas, e em que o todo existe syntheticamente em cada uma das partes, e na ligação d’essas partes umas ás outras. Compreendido isto até á inconsciência. Sinta isto até não o sentir. E, sentido e compreendido isto até com o corpo, despreze todo o resto. Salte por cima de todas as lógicas. Rasgue e queime todas as grammaticas. Reduza a pó todas as coherencias, todas as decências, e todas as convicções. Feita sua aquella, a única regra de arte, pode desvairar á vontade, que nunca desvairará; pode exceder-se, que nunca poderá exceder-se; pode dar ao seu espírito todas as liberdades, que elle nunca tomará a de o tornar um mau poeta. O resto é a literatura portugueza.”
Fernando Pessoa. Sensacionista.

O que primeiro cabe referir sobre o projeto e a obra do novo Museu Nacional dos Coches é a enorme coerência do seu todo dado pelo Arq. Paulo Mendes da Rocha. Coerência na sua organização e composição, coerência do conjunto e das suas partes, do Edifício Expositivo, ao “Anexo” e à passagem superior, tendo o Projeto Expositivo como parte integrante desse todo, com um discurso arquitetónico profundamente contemporâneo que responde aos desafios do lugar, da cidade, do programa e das expetativas criadas sobre o novo museu.

O Arq. Paulo Mendes da Rocha foi o “maestro” de uma grande e ampla “orquestra” que atuou sempre tendo em conta os diferentes instrumentos do saber, utilizando a complementaridade e a harmonia desses saberes, permitindo compor, estruturar, organizar com uma enorme leveza e aparente simplicidade, toda a complexidade e exigências do programa e da construção. A forma e o método de trabalho utilizado na construção do projeto pela regência da sua “batuta” tornou esta obra um exemplo, académico e profissional, de um *todo* coerente, conexo, e de uma enorme integridade.

Com um roteiro expositivo definido pela direção do museu pretendia-se juntar no novo edifício os veículos atualmente divididos entre Vila Viçosa e o atual museu, à qual se somam um conjunto de artefactos de menores dimensões e que constituem a melhor coleção de coches do mundo.

O novo museu e o seu projeto expositivo teriam de ser capazes de responder ao objetivo do Ministério da Cultura e do Instituto de Turismo de Portugal – o de elevar de forma significativa o número de visitantes do museu, passando dos atuais de 250 mil para um milhão de visitantes ano. Nesse sentido o projeto desenvolveu-se para poder captar diferentes tipos de visitantes com distintos interesses, valorizando diferenciadas visões sobre uma coleção bastante rica do ponto de vista histórico, técnica, ornamental e decorativa.

Da visão pragmática e humanista do arquiteto Paulo Mendes da Rocha formularam-se dois princípios que estruturaram o projeto expositivo:

O primeiro é a definição do conceito “popular”, “democrata”, aberto ao grande público ou multidão, de “comum”, de “usual”, e que está intimamente ligada à vontade de tornar, este, um museu visitado por todos;

O segundo, entender o edifício como uma grande “caixa de joias” que albergará as “joias de Portugal – os coches”

O edifício expositivo, constituído por duas grandes naves, está preparado para albergar todos os veículos, entre coches e berlindas, sem separação de espaço de depósito versus espaço expositivo. Toda a

Figura 01 – Visualização tridimensional.



tion between storage and exhibition areas. The whole collection is displayed in a “democratic” way in the wide “halls” where all the vehicles are parked under careful acclimatized, lighting and safety conditions.

These large-scale ornamental jewels are shown levitating above a pristine white background, highlighting the majestic decorations in bright shades of red and gold. It has been a consideration of the design, from the outset, that an open, seamless exhibition space should have nothing that could break up the spatial reading of the nave, that it should be a free, encumbered space inhabited by the imposing and sumptuous pieces on display.

One of the exhibition project’s challenges was to decide how objects designed for circulation outdoors, moving objects, could be displayed, bringing them indoors and showing them off in a stationary way.

The response found meant the introduction of dynamic elements with 2 large-scale projections of 30 metres each, associated with tunnel systems which had the ability to surprise and which, depending on content, could enhance wonder, admiration, amazement, fear or euphoria, freeing the visitor from boredom and tiredness in the light of so much information garnered from such a vast collection.

A modular piece was developed which would be grouped according to different needs, forming a “ring” which enfolded the vehicles and created thematic groups, by period and history.

This piece set on the floor is simultaneously a separator preventing people from touching the coaches and serving as the basis of communication for the whole exhibition. The information on the exhibition ensemble and its history is printed in different languages in bold letters which allow it to be read by large numbers of people.

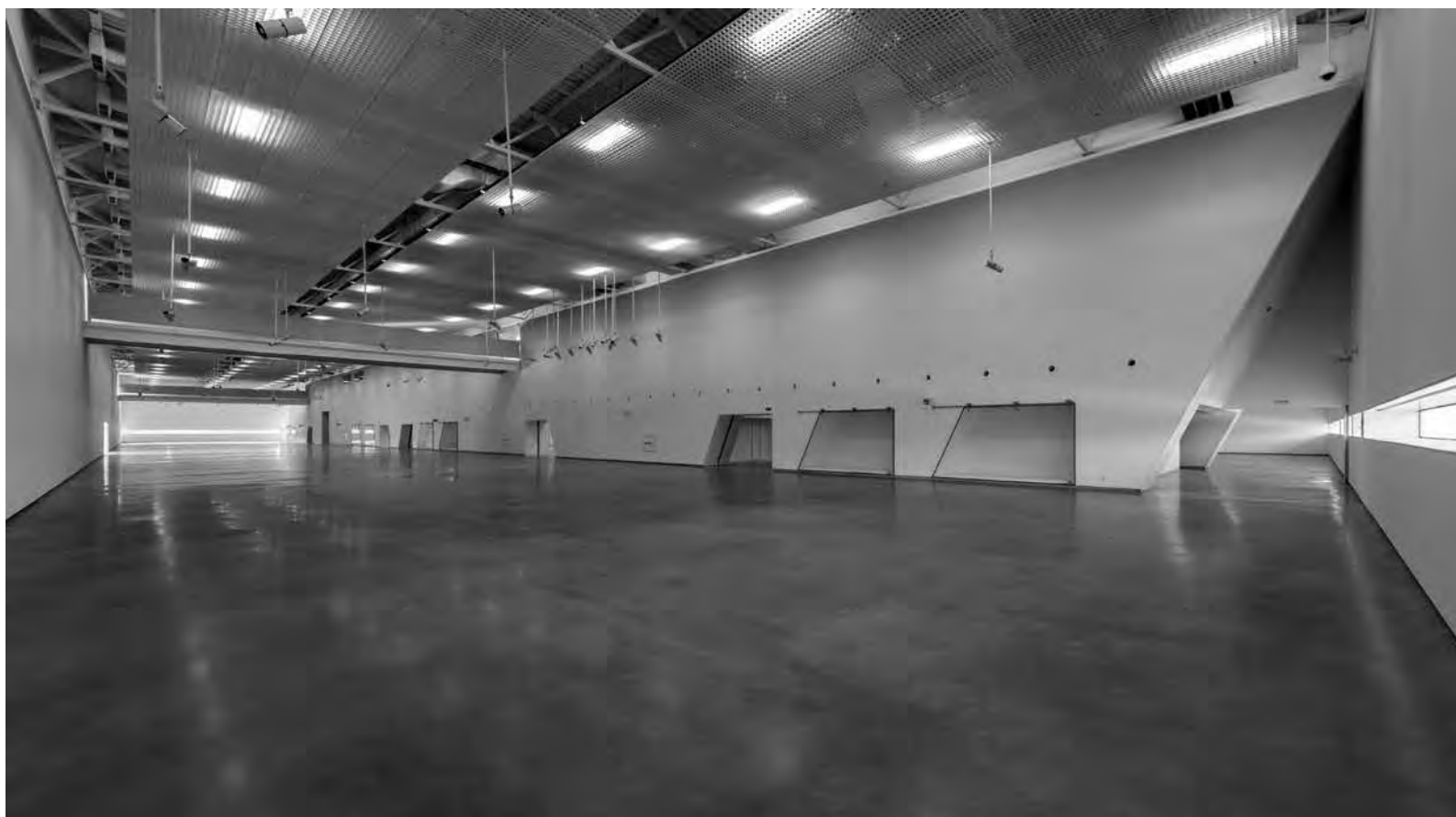
The modular pieces are grouped and designed so as to include some

TFTs and sound systems supporting information, both through images and films about the sets displayed.

Different exhibition routes have been envisaged in the spatial layout of the collection, bearing in mind the duration of the visit and the interest of the public.

All the display cases needed for showing small-scale objects are installed against the central walls. The design of these cases makes it possible to understand the structure of the building since they take the shape of the central beams which support it. Completely white and lit from the inside, the display cases contain the different ornamental relics associated with the functioning of the vehicles, the decoration of the horses, the liveries and other artifacts.

Every museum tells a story. But it is important that the story does not remain trapped in the past, that it is revisited and is able to evolve by joining other fragments of time, ultimately contributing to the writing of a new story. In the case of the Coach Museum, having no parallel collections of significance anywhere in the world, which precludes the possibility of exchanges or additions to the collection, it was important to bring the museum closer to modernity through its architecture and the exhibition resources of its desirably “open and evolving” project.



coleção é mostrada de forma “democrática” nos dois grandes “salões” onde estão aparcados todos os veículos cuidadosamente climatizados, iluminados e seguros.

Estas joias ornamentadas, de grande dimensão, são apresentadas levantando sobre um fundo branco imaculado, realçando as majestosas decorações em tons vivos de vermelho e ouro.

Foi entendimento inicial do projeto que o espaço expositivo, franco e fluido não deve ter nada que interrompa a leitura espacial da nave, devendo o espaço ser livre e desimpedido, apenas povoado pelas majestosas e sumptuosas peças expostas.

Um dos desafios do projeto expositivo foi saber como se poderiam apresentar objetos pensados para circular no espaço exterior, objetos de movimento, trazendo-os para o espaço interior e apresentando-os de forma estática.

A resposta foi dada introduzindo elementos dinâmicos com 2 projeções de grande dimensões com 30 metros cada, associadas a sistemas de túneis de som que conferiam a capacidade de criar surpresa e que, dependendo dos conteúdos, poderiam enfatizar o espanto, a admiração, a estranheza, o medo ou a euforia, resgatando o visitante de eventual monotonia e cansaço pela sobreposição de muita informação de tão grande coleção.

Foi desenvolvida uma peça modelar que se agruparia conforme as diferentes necessidades constituindo um “anel” que abraçava os veículos e constituía grupos temáticos, por épocas e por histórias.

Esta peça pousada no chão constitui simultaneamente um separador que impede as pessoas de chegarem aos coches, como serve também de base a toda a comunicação expositiva. A informação sobre o grupo expositivo e a sua história é gravada em distintas línguas com letras de

grandes dimensões, permitindo a leitura de um grupo grande de pessoas.

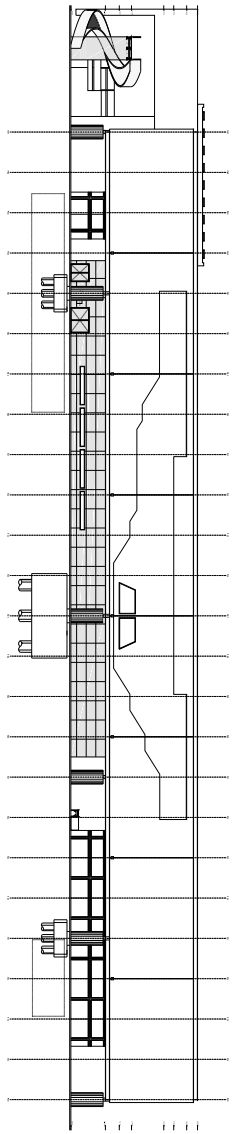
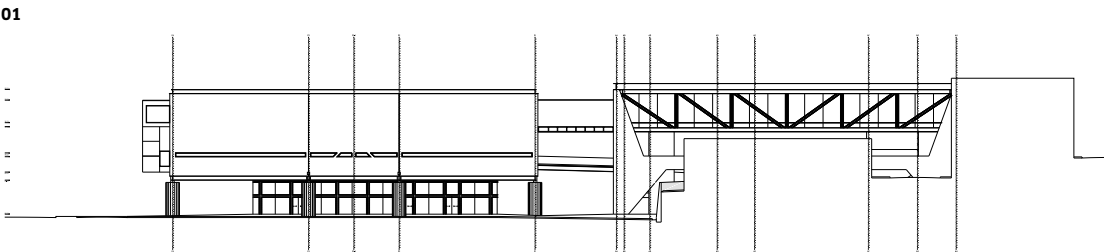
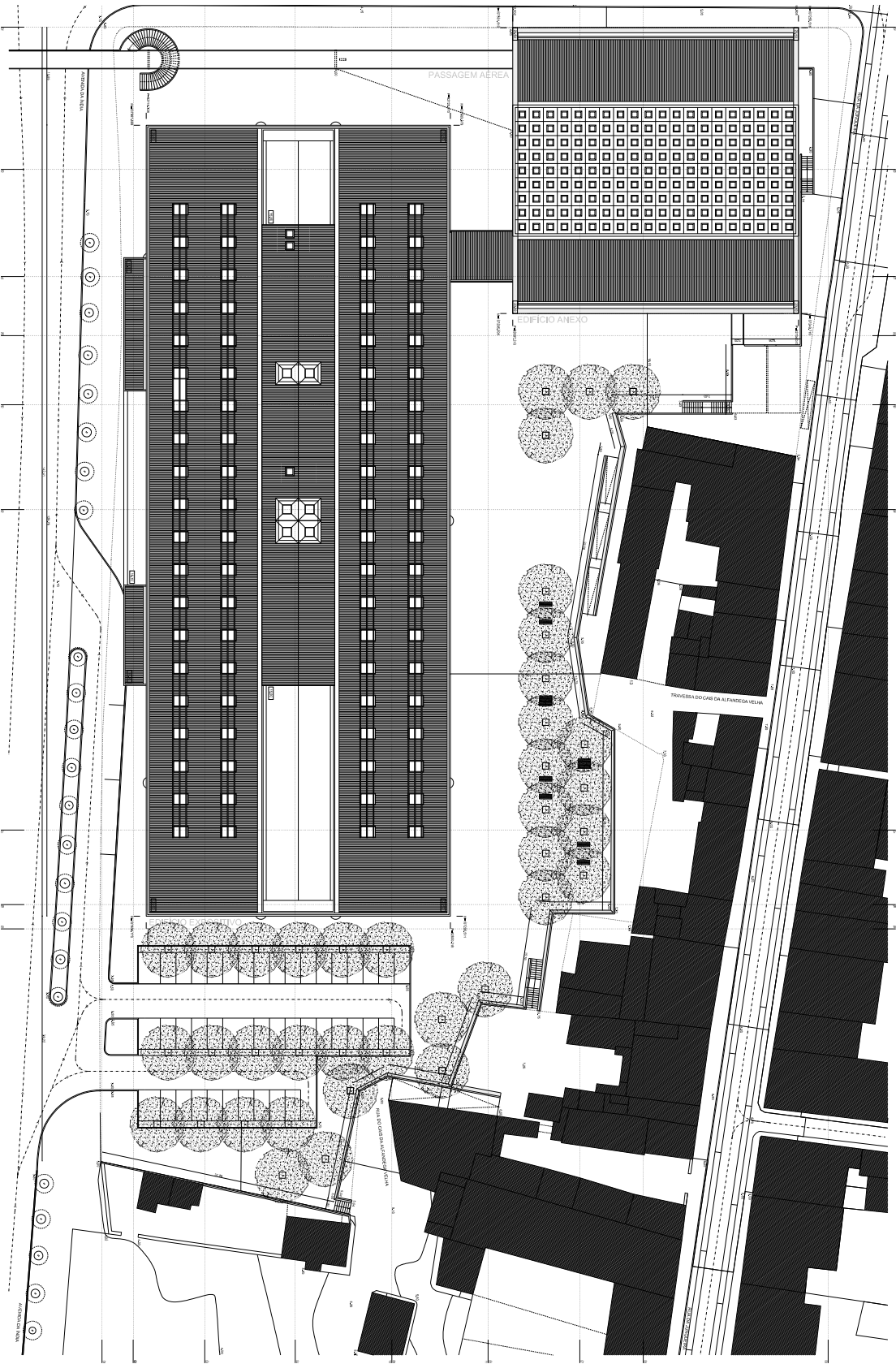
As peças modelares são agrupadas e infraestruturadas de forma a terem incluídos alguns TFT e sistemas de som que suportam informação, tanto em imagens como em filmes alusivos aos grupos expositivos em questão.

Foram salvaguardados na composição espacial da coleção percursos expositivos distintos, tendo em conta o tempo de visita e o interesse do público.

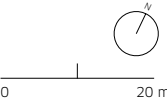
Nas paredes centrais foram acomodadas todas as vitrines necessárias à exposição dos objetos de pequena escala. O desenho destas vitrines permite tornar perceptível a compreensão da estrutura do edifício pois adquire a forma definida pelas vigas centrais que as suportam. Totalmente brancas e iluminadas pelo interior, as vitrines sustentam as distintas relíquias ornamentais associadas ao funcionamento dos veículos, à decoração dos cavalos, aos fardamentos e a outros artefactos.

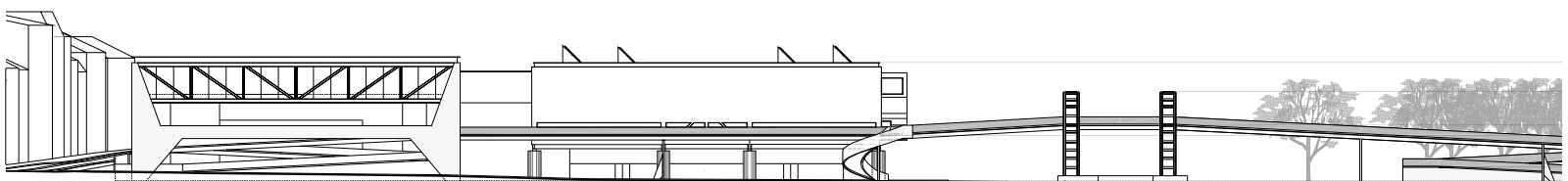
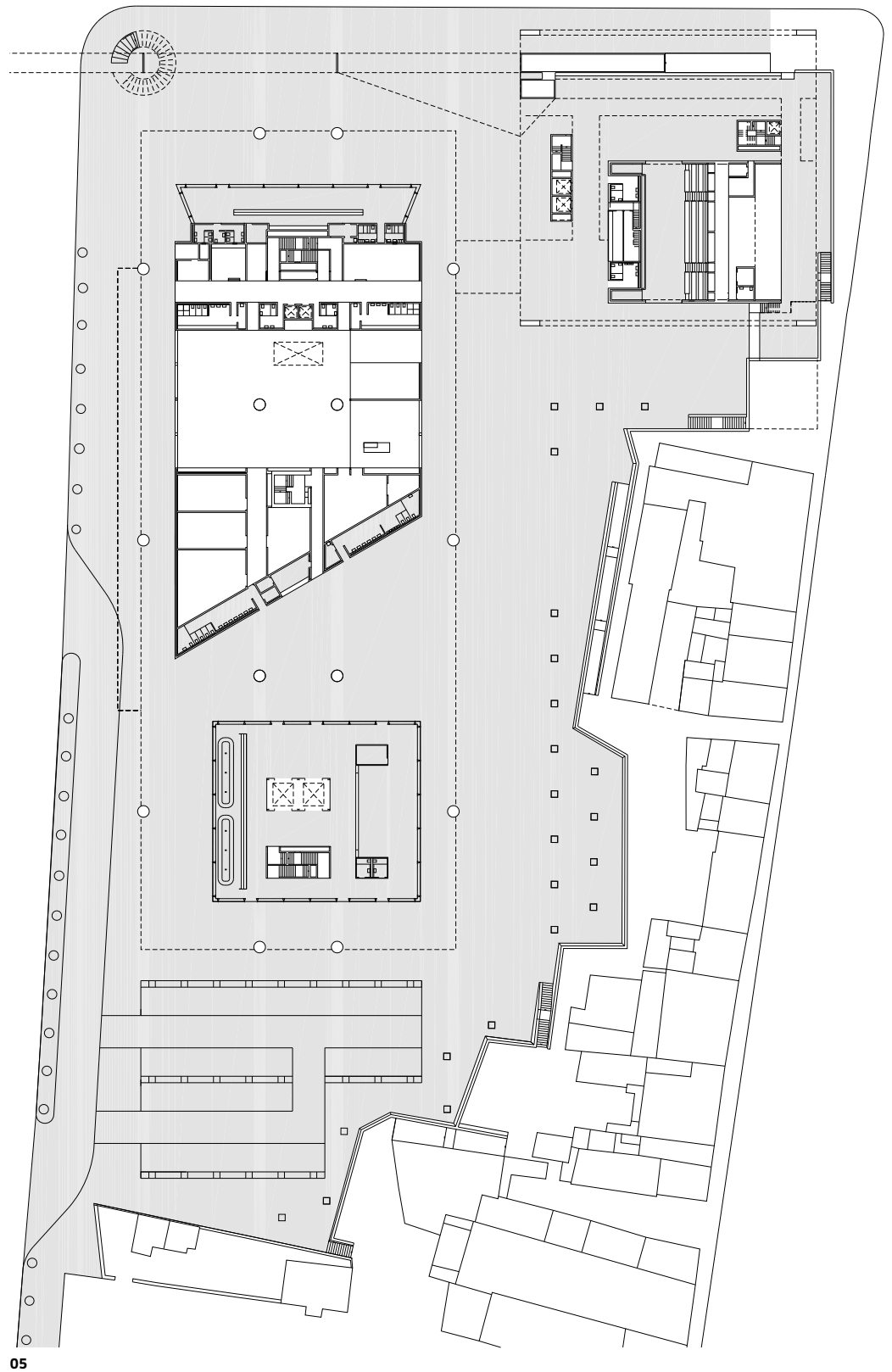
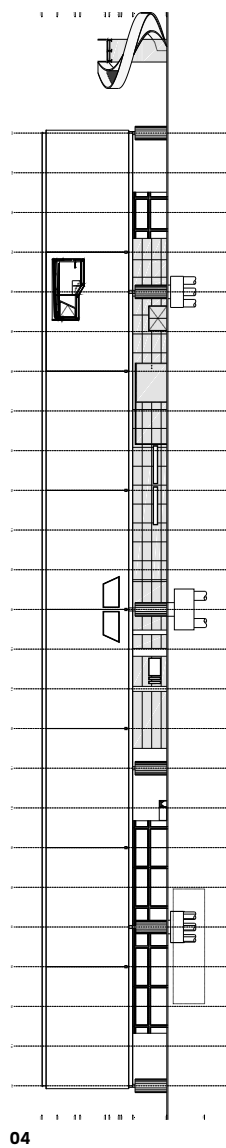
Todo museu conta uma história. Mas é importante que a história não fique aprisionada no passado, que seja revisitada, e que possa evoluir acrescentando-se outros fragmentos de tempo contribuindo para que no final se construa uma nova história. No caso do Museu dos Coches, em que não existem coleções similares de relevo no mundo, não se anteveio possibilidade de trocas ou acrescentos à coleção, acreditou-se importante permitir a aproximação do museu à contemporaneidade através da sua arquitetura e dos recursos expositivos do seu projeto que se quer “aberto e evolutivo”.

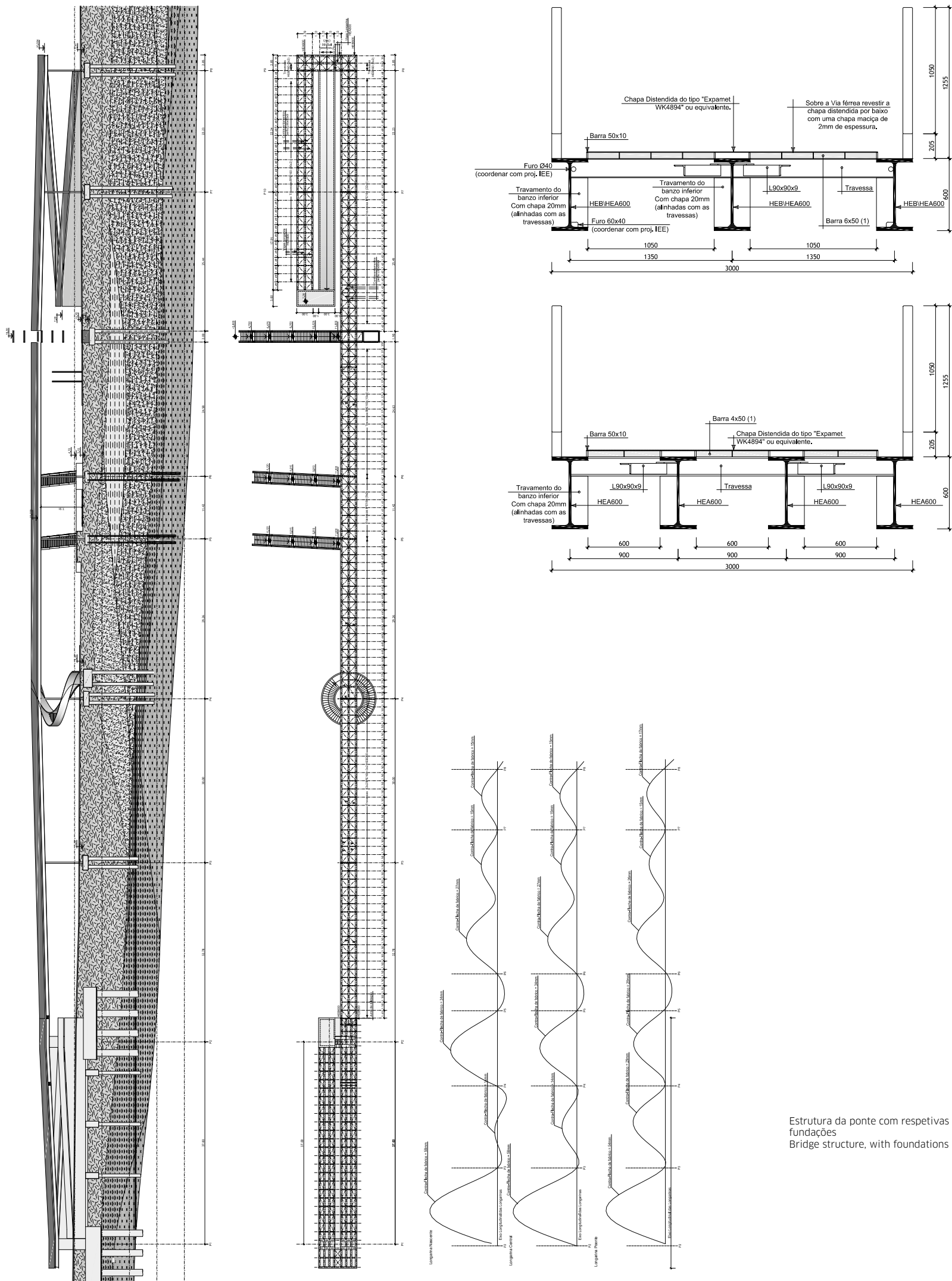
Desenhos gerais
General arrangement drawings



- 01 Planta de cobertura
Roof plan
- 02 Alçado nascente
East elevation
- 03 Alçado sul
South elevation
- 04 Alçado norte
North elevation
- 05 Planta do piso térreo
Ground floor plan
- 06 Alçado poente
West elevation

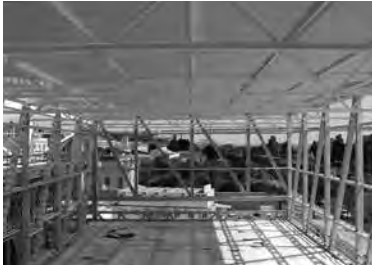
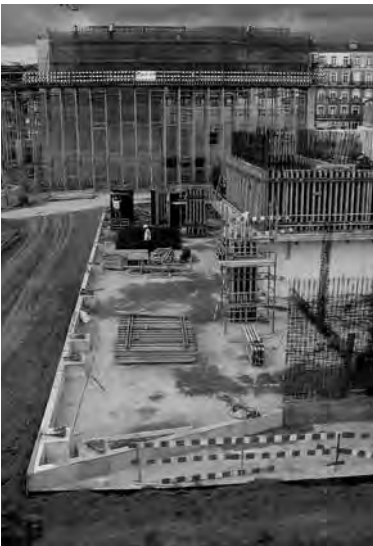






Estrutura da ponte com respetivas fundações
Bridge structure, with foundations

Imagens da fase de tosco
Images of structural work stage



exibição técnica display técnico

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: The transparent that really combines the two things: the visitor and maintenance work. And, by the way, lifting the coaches is also a brilliant idea, the way the coaches go up to the next floor up.

Paulo Mendes da Rocha: It has to be a machine! After all, we're in a port area. To lift something here to put up there can't be difficult for those who work in the port. What I'd like is for any child to be able to understand all of it easily. What I like, in the face of so much explaining that happens in any project, is that it seems there's a strict reason for things. We're not really interested in making architecture which, from the point of view of functions, ends up by en-

trapping people. What architecture is all about is helping unpredictability in life. That's really an amusing place, so much so that we're imagining that these little houses with their backs onto here, will gradually turn into bookshops, restaurants, etc. This will make the place be put to use. I hope. Because the backs are onto this piacetta, like the restaurant with outdoor tables, steps going down from here, well, we landscaped it. It's the assumption. Other things can be made, of course, but it seems good like this.

Rui Furtado: I'm not going to talk about engineering, but architecture. It's true that anyone who looks at this scheme, which is the project's initial scheme, understands long after the fact, that it's all exactly in there. That is, from the functional point of view, the museum is like clockwork and achieves all those cross flows and functional

crossings that are required. From the constructive point of view, it's all here as well. Which makes this here – for which Paulo says there isn't a reason or that the only reason comes from an initial intuition – in fact encompasses everything that the architectural design is. It's all here. All! It's impressive and very interesting because of Paulo's working method. Another thing I think is important – that Paulo mentioned several times and which was a novelty for us because that's not really the Portuguese school – is this question of permanently taking advantage of technique to show it as part of the museum itself. It's to show the building and use it as an exhibit in itself, that is, to explain to people how the building works and the reason for each of the things inside it. This was very interesting for us because, on the one hand, it makes us more

do da of ue

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: O transparente que, no fundo, mistura as duas coisas: o visitante com a manutenção e o trabalho. E, já agora, a questão da subida dos coches também é uma ideia genial, a forma como os coches sobem para o andar de cima.

Paulo Mendes da Rocha: Tem de ser uma má-quina! Afinal de contas, estamos numa área portuária. Você dizer que levanta uma coisa daqui e põe lá, não pode ser difícil para quem está na frente do porto! O que eu gostaria é que qualquer criança possa compreender facilmente tudo isso. O que me agrada, diante de tanta explicação que se dá em qualquer projeto, é que parece que há uma razão muito estrita para as coisas.

Na verdade não nos interessa fazer uma arquitetura que, do ponto de vista das funções, acaba obrigando as pessoas a ficarem presas! O que a arquitetura deseja é amparar a imprevisibilidade da vida. Esse é um lugar muito divertido, tanto que nós estamos imaginando que estas casinhas agora, que dão fundo para cá, pouco a pouco vão-se transformar em livrarias, restaurantes, etc. Vai incentivar a ocupação do lugar. Espero. Porque os fundos ficam para esta piacetta, como o restaurante com mesinhas ao ar livre, escadinhas que descem aqui, neste ajardinamento que fizemos. É a presunção.

Rui Furtado: Aqui não vou falar de engenharia, mas de arquitetura. Realmente, quando alguém pega neste esquema, que é o esquema inicial do projeto, percebe *a posteriori*, muito tempo depois, exatamente que isso tudo está cá metido.

Ou seja, que do ponto de vista funcional, o museu funciona como um relógio e consegue todos esses cruzamentos de fluxos e todos os cruzamentos funcionais que são exigidos. Do ponto de vista construtivo está aqui tudo, também. O que faz com que isto que aqui está – para o que o Paulo diz que não há uma razão, ou que a única razão resulta inicialmente de uma intuição – na verdade engloba tudo aquilo que é o projeto de arquitetura. Está aqui todo. Todo! É impressionante e é muito interessante pelo método de trabalho do Paulo. Outra coisa que me parece importante – que o Paulo já referiu várias vezes e que para nós foi uma novidade, porque não é propriamente essa a escola portuguesa – é esta história de tirar partido permanente da técnica para a mostrar como fazendo parte do próprio museu. É mostrar o edifício e aproveitá-lo como



responsible for the design, but on the other we are showing what we're doing...

PMR: The directors cross this bridge from up there, here the buses enter. There must be a widening in relation to the bridge itself. It's because from here onwards it's shielded with the glass inside the bridge. And the whole security system of the museum is in these 10 metres. This means that the museum opens up in a discreet way. I thought of these things to myself, to have fun: Imagine someone was there with a bunch of keys, with lots of people, asking permission to open the museum! Here, security personnel enter to man every door in the museum. And through this bridge here, they're inside and you see that the museum opens up from the inside to the outside. Discreetly, like a private club. In other words, our behaviour is really dictated by very simple reasons...

CdO: In this sense that Rui was talking about, yesterday travelling from Porto to here – the original idea for this project arose with a very inclusive perspective of the building. Both from the technological and the urban, and consequently, as a whole, the architectural points of view.

PMR: Engineer Rui Furtado never told me it was difficult; on the contrary. He said, let's do it like this, including showing many of the seismic system joints and all that in the building. These are

very interesting lessons to consider, that the building should have. You see it straight away, if you pay attention! When I say you, I'm thinking of the young, the ones who are coming on the scene now. The idea that moves us is education and teaching. As a philosopher I admire says: we know we were not born to die, we were born to continue. So, the possibility of seeing all that is very interesting. If the museum could be visited by a teacher and his students, making this speech about earthquakes, navigation, coaches driving past, you don't even need to enter the museum, leave it till later... The pretext is the coaches which are early forms of transport. We use projections a lot, to show their history.

CdO: This inclusive view we've been talking about is quite visible in the paper models that you make in your most intimate moments, when you're alone.

PMR: They've even made a book (paper models), but it's not about me making paper models, it would be quite difficult to do it any other way. With paper, I mean, scissors, wood, simple things lying on the table. Because, in that respect, all of us architects make models, it's not just me. But I like very much to make models instead of scribbles on paper. It's easy to cut paper, pasteboard, cardboard, because you get a critical view at the

same time on each volume, you're showing it to yourself, you question yourself!

RF: And it's the right time to make them, I admit, but I can imagine that the right time to make them gradually improves our reasoning.

CdO: In the same way that Siza uses his notebook and biro to discover the spaces, you use scissors and paper which is easier...

PMR: Perhaps I don't have such a fertile imagination as Siza, because I can't understand my scribbles as well as my models. They're more elementary, simpler.

CdO: And from this model how did you move to the structure?

PMR: That's the engineer's job, that's where Rui comes in.

RF: For us this is very clear, from any engineer's point of view...

PMR: It's the coaches, the object we're displaying, that require a great ceiling height. If I'm turning the wall into the beam, why not? This means the walls must be 10 metres high at least. The beam will require a height (the H in the equation) to suspend the building from the floor... But I have 10 metres and I'm using it all as a beam, a steel beam now, it's obvious that a 10-metre high beam withstands any type of span (50, 60, 70 metres). If I have a 150-metre building, the arithmetic is

o próprio objeto de exposição, ou seja, explicar às pessoas como é que o edifício funciona e o porquê de cada uma das coisas que lá estão. Isso foi muito interessante para nós, do ponto de vista da engenharia, porque por um lado dá-nos mais responsabilidade no que diz respeito ao desenho, mas por outro vamos mostrando aquilo que fazemos...

PMR: A administração atravessa essa ponte, estando lá em cima, aqui entram os ônibus. Tem de ter um alargamento em relação à própria ponte. É porque daqui para lá é blindado com o vidro dentro da ponte. E nestes 10 metros está todo o sistema de segurança do museu. Isto quer dizer que este museu se abre de uma forma discreta. Eu pensei estas coisas para mim mesmo, para me divertir: Imagine que estaria alguém com um molho de chaves, com um monte de pessoas, a pedir licença para abrir o museu! Aqui entra pessoal da segurança que vai guarnecer cada porta do museu. E por esta ponte aqui, eles estão lá dentro e você vê que o museu se abre de dentro para fora. De forma discreta, como a casa da D. Maria! Ou seja, no fundo a nossa vida tem razões tão singelas de comportamento...

CdO: Neste sentido em que o Rui estava a falar, ontem na viagem do Porto para aqui – a ideia inicial deste projeto surgiu com uma perspectiva muito integradora do edifício. Tanto da perspectiva tecnológica, como urbana e consequentemente, arquitetónica.

PMR: O engenheiro Rui Furtado nunca me disse que era difícil, antes pelo contrário. Pelo contrário, me dizia, vamos fazer assim. Inclusive fazer aparecer muitas juntas do sistema sísmico, e tudo isso, no prédio. São lições muito interessantes de considerar, que a construção deveria possuir. Você sabe logo, se for atento! Quando eu digo você, penso sempre nos meninos, nos pequenos, nos que estão chegando agora. A ideia da nossa existência é a educação e o ensino. Como diz um filósofo de que eu gosto: sabemos que não nascemos para morrer, nascemos para continuar. Portanto, a hipótese de ver tudo isso é muito interessante. Se o museu pudesse ser visitado por um professor, pelos seus alunos, fazendo este discurso sobre os abalos sísmicos, a navegação, os coches a passar na frente, nem precisa entrar no museu, fica para depois... O pretexto são os coches, que são primordiais nos transportes. Nós usamos muito a ideia de imagens projetadas, para fazer ver o histórico de tudo isso.

CdO: Esta visão integradora de que temos vindo a falar é bem visível nas maquetas de papel que faz nos seus momentos mais íntimos, sozinho.

PMR: Fizeram até um livrinho (maquetas de papel) mas não se trata de dizer que eu faço ma-

quetas de papel, seria muito difícil fazer de outro tipo. Com papel, quer dizer, com tesoura, madeira, coisas simples que estão na mesa. Porque, em relação a isso, todos nós, arquitetos, fazemos modelos, não sou só eu. Mas eu gosto muito de, em vez de rabiscar papel, fazer modelos! Então é fácil cortar em papel, papelão, cartolina, porque ao mesmo tempo, você adquire uma visão crítica para si mesmo de cada volume, você se exhibe para si mesmo, você se põe em crise!

RF: E é o tempo de as fazer – admito eu –, mas consigo imaginar que o próprio tempo de as fazer vai apurando todo o raciocínio.

CdO: Da mesma forma que o Siza usa o caderno e a caneta Bic para ir descobrindo os espaços, o Paulo usa a tesoura e o papel que é a maneira mais fácil...

PMR: Talvez eu não tenha imaginação rica como o Siza, porque eu não consigo entender tanto os meus rabiscos como o modelinho. É mais primário, mais simples.

CdO: E deste modelo e desta maqueta, como é que passaram para a estrutura?

PMR: O engenheiro faz. Aí é que entra o Rui.

RF: Para nós, isto é muito claro, do ponto de vista de qualquer engenheiro...

PMR: São os coches, o objeto que vamos expor, que exigem um pé-direito muito alto. Se eu vou fazer da parede a viga, porque não? Isso quer dizer que as paredes têm de ter 10 metros de altura. A viga vai precisar, para suspender o edifício do chão, uma altura (o H da equação)... Mas se eu tenho 10 metros e vou usá-la toda como viga, agora já de aço, é evidente que uma viga com 10 metros de altura resiste a qualquer tipo de vão (50, 60, 70 metros). Se tenho um edifício com 150 metros, é uma aritmética fácil de imaginar: 25 de balanço, 50 de vão, 50 de vão, 25 de balanço, com 3 pilares eu resolvo isso! Uma coisa interessante que nós não mencionámos, mas que é fundamental na arquitetura, é uma vulgaridade, mas é fatal: a escala humana. Se você se aproxima de um edifício em que um pilar está a 50 metros do outro, lá pelas tantas não está vendo é pilar nenhum! É muito interessante você exibir uma virtude que decorre da coisa, como no caso da oca dos índios. A engenhosidade da construção é virtuosa por si.

RF: Do ponto de vista de projeto, o nível de integração de que estás a falar é esse, porque aqui tu não vês só a parte, não vês só a resolução de todo o problema funcional. Vês também esta componente poética da construção que resulta da articulação de tudo o resto. Isto é a verdadeira conceção integrada de todo o projeto.

CdO: Quase como uma construção ou a tecnologia a ir buscar as emoções que se pretendem

quando se visita o edifício.

PMR: O exemplo – que se pode convocar a mente de qualquer um – são as catedrais góticas de pedra, porque todas aquelas formas que lá estão dependem de uma estrita geometria, coisa que não parece óbvia, do corte das pedras. A graça da engenharia é dizer justamente que nós queremos surpreender a natureza e obrigá-la a revelar os seus mistérios e transformar as dificuldades em virtudes. Então, se a pedra cai, conforme o talhe que eu dou na pedra, ela já não cai e eu faço um arco. Portanto, é geometria pura, das mais simples. Como quem diz assim: a grande beleza que faz com que permaneça eternamente, o espanto e a graça daquilo tudo nas pirâmides do Cairo, é que elas não deixam de ser a máquina da sua própria construção. É o plano inclinado, senão não leva a pedra até lá em cima! E visto assim tudo parece que fica muito fácil.

CdO: Houve aqui uma referência à questão da transparência ligando a passerelle ao interior. Esta pergunta tem duas partes: uma de iluminação, porque há aqui um problema de iluminação natural *versus* iluminação artificial. A outra é uma questão sobre as especialidades, na perspectiva de que o museu tem grandes exigências do ponto de vista de conforto. Tem sistemas de climatização bastante pesados e foi necessário alojá-los. Dentro deste fio condutor da conversa, que é a questão desta maqueta onde “está tudo”, queria que explicassem como é que se resolveram estes dois problemas.

RF: A questão da iluminação é uma questão que num museu – e neste museu concretamente – não se coloca do ponto de vista da iluminação natural. Aliás, um dos desejos/intenções iniciais era ter umas claraboias, depois caiu a meio do projeto por várias questões. Mas a grande questão é que eles querem controlar a iluminação das peças, e portanto eles próprios pediam um museu tão escuro quanto possível para que depois a iluminação fosse artificial. Portanto, essa questão não se colocou.

CdO: Mas há questões de transparência, há pelo menos duas grandes janelas que permitem ver o rio, que permitem um contacto visual com o exterior.

PMR: Há questões de iluminação, mas...

CdO: Era aí que eu queria chegar: há pouca iluminação, mas há a fundamental.

RF: Há duas zonas fundamentais, com iluminação natural, que marcam os eixos. Há uma iluminação transversal que marca o eixo de atravessamento do museu de um lado ao outro, com janelas dos dois lados, mas que não tem como objetivo a iluminação natural, tem realmente como objetivo marcar esse eixo e ao mesmo

easy: 25 metres cantilever, 50 metres span, 50 metres span, 25 metres cantilever, with 3 pillars, it's sorted out! An interesting thing we haven't mentioned, but is fundamental in architecture, is banal but fatal: human scale. If you get close to a building where a pillar is 50 metres away from the other, you end up by seeing no pillar at all! It's very interesting to show a quality that arises from the thing itself, like the Indian hollow. The ingenuity of the construction is virtuous in itself.

RF: From the design point of view, the level of integration you're talking about is that, because here you don't just see the part, you don't just see the solution for the whole functional issue. You also see the poetic component of the construction that results from the articulation of the rest. That's the real integrated concept for the whole project.

CdO: Almost as if the construction or the technology elicited the intended emotions when you visit the building.

PMR: The example – that you may foster anyone's imagination – is the Gothic stone cathedrals because all those forms there depend on a strict geometry in stone cutting, something that doesn't seem obvious. The charm of engineering is precisely to say we want to surprise nature and make it reveal its mysteries and change challenges into qualities. So, if stone falls, the way I cut it makes it not fall anymore and I make an arch. So, it's pure geometry, as simple as it comes. Like the pyramids in Cairo, the great beauty that makes them stand for ever, their amazement and charm is that they are still the machines of their own construction. It's the inclined plane, otherwise the stone cannot be carried to the top! And seen like this, it all seems very easy.

CdO: There was mention earlier of the issue of transparency, linking the walkway to the inside. This question is two-fold: first, illumination, because there's an issue here of natural light versus artificial light. And second, about the trades from the perspective that the museum places great demands in terms of comfort. It has heavy-duty air conditioning systems and it was necessary to house them. According to the thread of our conversation, that is, the model that "contains everything", I'd like you to explain how you solved those two problems.

RF: Illumination is an issue that doesn't arise in a museum – and specifically in this one – in terms of natural light. Indeed, one of the original wishes/intentions was to have a few skylights, but this was then dropped halfway through the project for various reasons. But the main point is that they want to control the lighting of the exhibits, so they required a museum as dark as possible so that the lighting could then be artifi-

cial. So, the question has not arisen.

CdO: But there are issues of transparency, there's at least two large windows that offer a view of the river, a visual contact with the outside.

PMR: There are issues of illumination, but...

CdO: That's precisely my point: there isn't much light, but there's the basic light.

RF: There are two fundamental areas with natural light that mark the axes. There's cross lighting, marking the axis that crosses the museum from one end to the other, with windows on both sides, though not aimed at natural illumination but rather at marking this axis and at the same time providing a view over the river for those inside. It's a moment of pause in the pathway of the visit. And it's an orientation. Then there's these two windows on the two ends marking the end of the museum, its extremes, and they're two narrow slits. As I say, their aim was not to provide natural light; both were intended to mark moments along the space. As regards the HVAC systems, it's obvious that spaces of this type place air conditioning demands, particularly because of height (inside there's ceiling heights of 8 metres, although the beams have 10, because you still have the truss thicknesses). And here complex air conditioning and comfort issues arose. Although we actually had space to do everything (because we have a 20-metre span, we need 2-metre trusses to carry anything we need through there), given the level of comfort intended, what we did was to choose two longitudinal lines, because the space for machinery – which had been more or less thought out beforehand, to be in the roofs here in the middle – easily allowed a very clear layout to be defined along this wall. On the other side, it wouldn't be as easy, and so the solution found was cooling piping and underfloor heating and the combination of the two provides comfort in all seasons. In any case, this integration is quite clear in situ, I think. These two huge lines the full length of the museum enable this distribution to be made.

PMR: The coaches, you see from here the bridge and the passing trains. And from here you see the pedestrians walking past there. There's something interesting I'm quite fond of (excuse me if I say interesting, but I like it, always the theme of architecture, a good design, let's say). Suppose the original idea is a good design in its broadest sense. The intention starts to speak for itself. If I lift this museum off the ground, but have the workshops downstairs, however little I want to lift them off the ground, I have to lift enough so the coach can enter the workshop. And the minimum is 4 metres something, because the workshops are here. This means the

museum inside has 10 metres ceiling height and here, in its core, are the daily maintenance workshops, it doesn't need more than the 4 metres it already has below. This means that this whole pavilion with 10 metres can be made with a ceiling height of 4 metres, open on the top for all the air conditioning machines, distributing everything. And the design is all done.

CdO: The integrating vision we talked about.

PMR: On paper! Then you make a better use because you don't need so much there, so you have second floors inside here. That is, what you adopt as a design idea for each case has to be good, not to say optimum, from the outset, otherwise you have to change the design. What we call the architectural concept.

Ricardo Bak Gordon: I'd like to say something on this issue of natural lighting and the relationship of the building with the envelope. What I think is quite important is that, as the building is the response to a brief that goes beyond a museum's brief, that is, to respond to the whole issue of the envelope of the immediately surrounding territory, the openings in the building are also part of this reasoning. They're not there just to mark axis points in the building, but to be aware that they are the moment in which, from the inside to the outside, the construction choices of that territory are recognised, meaning an engagement between the people inside and the people outside, and the whole city emerges in these two dimensions. That's why the openings appear as a strategic attraction. This attraction is not just so the visitor can see from inside to the outside, but is also part of the understanding of the whole place and the salient features that gradually emerge.

PMR: I wanted to say, excuse me, because this is a technical issue, and even ethical and political in the project, so I must mention it. When setting up this group, I also have my support practice in Brazil, where I work with a group from my company, the MMBB group. So I retained Ricardo, the MMBB, Rui and myself. That was the team.

CdO: That's very important for the next point, the working methodology. Having established that 90% of the technological information had been answered with this model, what information did you pass on to your team? I mean, we'll be teasing you again, how do you pass this information on to an external team that's not working with the others on a daily basis, with the bothersome everyday problems of the project, do you pass it on to Brazil, to Ricardo and to Rui? Is it when the design and the ideas have to be turned into a document, into a concrete design (drawings, regulations)? What I mean is: is it more comfortable for you to pass on to the outside the boring part, so



tempo dar a vista para o rio para quem está lá dentro. É um momento de pausa no circuito de visita. E é uma orientação. Depois há estas duas janelas dos dois topos que marcam o fim do museu, marcam os extremos do museu e que são dois rasgos fininhos. Como digo, nenhuma destas teve como objetivo a iluminação natural; ambas tiveram um objetivo de marcação de momentos ao longo do espaço. Já no que diz respeito à questão dos AVAC, evidentemente espaços deste tipo colocam problemas de ar condicionado principalmente pelo tipo de pé-direito que temos (lá dentro tomam pés-direitos de 8 metros embora as vigas tenham 10, porque depois tem mais as espessuras das treliças). E aí puseram-se problemas complicados de climatização e de conforto. Embora nós tivéssemos efetivamente espaço para fazermos tudo, porque temos um vão de 20 metros, precisamos de treliças de 2 metros para passar lá tudo o que quisermos. Atendendo ao tipo de conforto que se pretendia, o que fizemos foi escolher duas linhas longitudinais, o espaço para as máquinas (que já vinha mais ou menos pensado, nas coberturas) com facilidade definir um traçado muito claro ao longo da parede. Do outro lado já não teríamos a mesma facilidade e por isso a solução que foi encontrada foi de tubagem para arrefecer e pavimento radiante para aquecer. A conjugação das duas dá-nos o conforto nas várias estações do ano. De qualquer das formas, essa integração, acho que é perfeitamente clara lá no local. Estas duas enormes linhas a todo o comprimento do museu permitem que se faça toda essa distribuição.

PMR: Os coches, daqui você vê a ponte e o trem que passa. E daqui você vê o pedestre passando

ali. Há uma coisa interessante de que eu gosto (desculpa falar interessante, mas eu gosto, sempre o tema da arquitetura, um bom desenho, digamos). Suponhamos que a ideia inicial seja um bom desenho no sentido lato da palavra. O desígnio começa a falar por si. Se eu levanto do chão este museu, mas tenho as oficinas lá em baixo, por menos que queira levantá-las do chão, tenho de levantar o suficiente para que o coche possa entrar na oficina. E esse mínimo é de 4 e pouco, porque as oficinas estão aqui. E isto quer dizer que se o museu lá dentro tem 10 metros de pé-direito e aqui no miolo estão as oficinas de manutenção diária, ela não precisa mais do que os 4 metros que já tem lá em baixo. Isso quer dizer que todo este pavilhão de 10 metros, eu posso fazê-lo com 4 metros de pé-direito e aberto em cima para todas as máquinas de climatização, distribuindo tudo. E o projeto está todo feito.

CdO: A tal visão integradora.

PMR: Em tese! Depois aproveita-se melhor, porque ali não precisa tanto, por isso tem segundos andares aqui dentro. Ou seja, o que você adota como uma ideia de desenho para cada caso deve ser bom, para não dizer ótimo, de partida, senão você tem de trocar o desenho. Aquilo a que chamamos o partido arquitetónico.

Ricardo Bak Gordon: Queria dizer uma coisa a propósito dessa questão da iluminação natural e da relação do edifício com a envolvente. O que eu acho que é bastante importante é que, sendo o edifício uma resposta a um programa que está para lá do programa de um museu, ou seja, para responder a toda a questão da envolvente daquele território mais próximo, as aberturas que existem no edifício fazem parte desse raciocínio

também. Elas não aparecem só a marcar pontos de eixos no edifício, existem para terem a consciência de que são o momento em que, de dentro para fora, se vai reconhecendo as opções de construção daquele território, ou seja, comprometendo as pessoas que estão dentro com as que estão fora e a cidade toda aparece nessas duas dimensões. É por isso que as aberturas aparecem como uma atração estratégica. Essa atração não é só para que o visitante veja de dentro para fora mas também faz parte do entendimento do lugar todo e dos pontos marcantes que vão surgindo.

PMR: Eu queria dizer, vai-me desculpar, porque é uma questão técnica, e mesmo ética e política do projeto, pelo que não quero deixar de a mencionar. Na montagem desse grupo, eu também tenho o escritório de apoio no Brasil, onde trabalho com um grupo da minha empresa, com o grupo MMBB. Então ficou: Ricardo, o MMBB, Rui e eu. Essa foi a equipa.

CdO: Isso é muito importante para o ponto a seguir, sobre a metodologia de trabalho. Tendo já concluído que 90% da informação tecnológica estava respondida com esta maqueta, quais são as informações que passa para a equipa? Isto é, mais uma provocação... Como é que passa essas informações para uma equipa externa, com quem não está diariamente? É essa equipa que fica com os problemas diários e aborrecidos do projeto, no Brasil o grupo MMBB, em Portugal para o Ricardo e para o Rui? Será que é quando essas ideias se têm de transformar num documento, um projeto concreto com desenhos, obedecendo a regulamentos? A parte chata digamos assim... Quando é que se dá esse momento?

PMR: Essa fratura não existe. A parte chata...

[risos]

CdO: Refiro-me ao momento que se tem de ler os regulamentos, imprimir os desenhos todos. Aquela parte do trabalho demorado...

PMR: Isso não existe. Nem é esse o papel dos colaboradores.

CdO: Exatamente, não é isso que eu quero dizer! Eles não vêm só para fazer o *dirty job*. Como é que eles interferem nesse trabalho se 90% estão aqui feitos? Os 10% são os documentos?

RF: Calma aí, isto é 90% da conceção, não é 90% do trabalho! Evidentemente que, do ponto de vista do trabalho e do desenvolvimento da pormenorização, conhecendo, tal como eu conheço o Paulo, pelo qual tenho o maior respeito e carinho, é uma parte forte do trabalho. Agora o que eu acho é que a questão, no caso do Paulo, é muito pragmática e prática: o Paulo não tem um escritório a funcionar e portanto precisa de trabalhar com pessoas de fora. Precisa, não, trabalha. É uma opção. Trabalha com pessoas de fora,

to speak? When does this moment happen?

PMR: That division exist, the boring part...

[laughter]

CdO: I know because I'm an architect, I know what the boring part is, the regulations, to have to print all the drawings, there's always a bit of time-consuming work...

PMR: There's no such thing. Nor is that the role of the team.

CdO: Precisely, that's not what I mean! They're not there just to do the dirty work. How do they participate in this work if 90% are already completed? Are the 10% the documents?

RF: Steady on, this 90% is of the design, not 90% of the work! Of course, from the point of view of the work and the detailed development, knowing Paulo as I do, someone I have the greatest respect and fondness for, that's a heavy part of the work. What I think though is that the issue, in Paulo's case, is very pragmatic and practical. Paulo hasn't got an operating office, so he needs to work with external people. Not that he needs, he does. It's an option. He works with outside people who obviously put in hours of work.

PMR: They're not outside people any longer. I've worked this way all my life!

CdO: And they're with you every day?

RF: Yes, during these stages they are.

PMR: I don't know whether this is interesting, but they're basically my employees. I'm not cut out to be a businessman. They're my associates at my invitation, if you like. So, it's a whole process of seduction and you don't know how it started. That's my view. Before they realise, they're all committed to the project.

CdO: It's not like a business, it's collaboration. Team work.

PMR: I don't know how to put it. Once again, music perhaps. It's the orchestra, you can't take anyone out. They're all in it together to the whole piece.

RF: And the process that develops from there is a really fun discussion process, very rich, from the perspective of experience, detail. You have to understand this, Paulo has a very clear idea in his mind of what he wants, but he agrees to discuss it and we're all left saying silly and nonsensical things. When you look at those schemes, you see lots of drawings and Ricardo draws perspectives and Paulo doesn't like perspectives, he only likes sections and he's mad at Ricardo because Ricardo only does perspectives, and so forth... Then, in the end, they come to solutions that are probably much richer because they include information from everyone and this process – which was for me, above all, great fun, fantastic in terms of experience – is the process Paulo likes to work with because he clearly loves the discussion.

PMR: Whether they speak nonsense or not, I like to amuse the others!

CdO: When you spoke of the experience of a jazz orchestra, comparing yourselves to jazz players, with the inputs each one makes, the difference is that there isn't exactly a conductor. The music is built on the technique each one puts in. Jazz isn't just that. That would be a jam session!

PMR: It's as if it were...

RBG: This working methodology has a great virtue (besides sparing, in fact, some of the nuisance factor, but that's not the priority): when the team meets, it's to devote itself exclusively to that work. When you have a large studio with a team in place, everything is mixed up when you try to find the space and time to work on a specific matter. Often the work is contaminated and merged with a number of other things that are in progress, happening at the same time. The virtue of this methodology is that when this team meets, it meets for the project. There's a capacity for involvement in the project work that's much richer because everyone who comes to work on it at that point is excluded from other concerns they have and focuses exclusively on it. And this is a secret. It seems obvious, but it's very different from what we do in our projects with a studio with 50 people, because we're always being contaminated with other matters, with other things and other problems. This facility to find the space to devote ourselves to a job is essential. This is why we speak of the pleasure of working, because we all undertake to build a time-territory exclusively for that work.

RF: You've simplified it a bit: it's more than that! It's that as well, of course.

RBG: This makes a huge difference.

RF: Clearly, it's also that, but actually there is a very big stimulus in the discussion promoted by Paulo. Paulo has this very interesting facet, he manages to have us all speak nonsense with serious results in the end, but during the process everything is permitted. It's one of the things that excites me the most, obviously. And we've all said our fair share of nonsense.

CdO: I'd like to ask a question to do with things related to regulations and official bodies. Was it hard for you to work here in Portugal, bearing in mind the connections with entities like IGESPAR and others?

PMR: I've always been very well received and supported. I had no more difficulties than those that come with the job. This place must be looked after with a lot of care and attention. On the other hand, the demands are very clear. The train, the height, this, that, are demands arising from the city itself. We were very concerned to know them so

we could meet them, never to say "do something else!". Some aspects, like the public car park on the front, by the river, represent a way of suggesting methods to solve the difficulties we encountered. The car park is important from this technical point of view. If there were individual parking places – for the cafeteria, the annex, the administration – the problem would only get worse because it would require potentially unpleasant works, excavation, suppression, often repeating ingoing and outgoing ramps. If you're at just one place, other qualities emerge: the port is served through the walkway, and the pedestrian landscape is enhanced. And at the same time, because it's a large building, no-one would pass up completing it on top with a horizontal floor which would make up a 2,000 m² hall, where the most beautiful feasts in Portugal could be held, with the leisure boats sailing past in front, the best Christmas Eve party, the best wedding reception, you name it, with guaranteed parking, access by water, by train, by car. You turn the problem into a quality. It's what we always say: turn what is simple, apparently a problem/difficulty, into a quality. Like the cutting of the cathedral stones.

CdO: But the idea is there, it may not be built so soon, but it's there and brings it all together. This project does make the city.

RF: What happens is that here, for reasons no-one has fathomed, Lisbon City Council has rejected it. Right now, as long as things continue as they are, it won't be done. Maybe one day, but not now. The idea of this car park was not only to cover the coaches. It was to cover the coaches and the whole area. Hence, this walkway...

CdO: And also to bring the river closer to Rua da Junqueira where there is a disused car park. Still on the team's integrated vision: what have they made you change from the original model?

PMR: In this method of work, when the work is completed, you don't know any more who, what, when the thing is! It's hard, I can't answer that! I can't recall any conflict, or heavy discussion... I don't think there was one. The idea of a good concept is precisely that it can lead because, like in jazz, the one who apparently breaks away from the project knows what he's doing with the others. And if one does like this, the other will smile, because he knows how he's going to respond. So, the image, contrived perhaps, a little playful, comic, of jazz, may be appropriate. You know who you're talking to. It's healthy, more or less like our conversation.

que trazem obviamente horas de trabalho.

PMR: Não são mais de fora. Trabalhei assim a vida inteira!

CdO: **Estão todos os dias consigo?**

RF: Estão, nestas fases estão.

PMR: Não sei se é interessante considerar, mas na essência eles não são meus empregados. Eu não tenho vocação para empresário. Eles são meus associados por convocação minha, se quiserem. Portanto, é todo um processo de sedução que você não sabe como começou. Eu penso assim. Quando a turma dá por si, já estão todos engajados fazendo aquele projeto.

CdO: **Não tem um caráter de empresa, mas colaborativo. Trabalham em equipa.**

PMR: Não sei como dizer. Talvez, mais uma vez, a música! É a orquestra que está lá, você não pode tirar ninguém. Estão todos associados para executar aquilo.

RF: E o processo que se desenvolve a partir daí é um processo de discussão divertidíssimo, riquíssimo, do ponto de vista da experiência, de pormenores. É preciso perceber isto, o Paulo tem na cabeça uma ideia muito clara do que quer, mas admite discuti-la. Quando se olha para aqueles esquemas, vê-se ali montes de desenhos e o Ricardo faz perspetivas e o Paulo não gosta de perspetivas, só gosta de cortes e zanga-se com o Ricardo porque o Ricardo só fez perspetivas, e por aí fora... Depois, no fim, dão soluções provavelmente muito mais ricas porque trazem informações de todos e esse processo – que foi para mim, acima de tudo, superdivertido, fantástico de vivência – é o processo em que o Paulo gosta de trabalhar, porque obviamente gosta dessa discussão.

PMR: Acho interessante fazer os outros se divertirem!

CdO: **Quando falava da experiência de uma orquestra de jazz – comparando-vos com os músicos de jazz –, com contribuições que cada um vai trazendo, a diferença é que não há propriamente um maestro. A música vai-se construindo com a técnica que cada um traz. O jazz não é só isso. Isso será uma “jam session”!**

PMR: É como se fosse...

RBG: Esta metodologia de trabalho tem uma grande virtude, além de reduzir, de facto, algumas chatices à própria pessoa, mas não é isso que é prioritário. Quando a equipa se reúne, é exclusivamente para se dedicar àquele trabalho. Quando se tem um grande *atelier* com uma equipa local dentro, mistura-se tudo quando se procura encontrar o espaço-tempo para trabalhar numa matéria específica. Muitas vezes o trabalho é contaminado e fundido com uma série de outras coisas que estão em trânsito, a aconte-

cer. A virtude desta metodologia é que, quando esta equipa se reúne, reúne-se para o projeto. Há uma capacidade de envolvimento no trabalho do projeto muito mais rica, porque cada pessoa que chegou naquele momento para trabalhar está excluída das outras preocupações que tem e foca-se exclusivamente nisso. E isto é um segredo. Parece óbvio, mas é muito diferente daquilo que fazemos nos nossos projetos para termos um ateliêr, com 50 pessoas, porque estamos sempre a ser contaminados com outros assuntos, com outras coisas e outros problemas. Esta facilidade de nós encontrarmos o espaço para nos dedicarmos a um trabalho é fundamental. É por essa razão que se fala no prazer de trabalhar, porque obrigamo-nos todos a construir um território-tempo exclusivamente para aquele trabalho.

RF: Simplificaste um bocado a coisa: não é só isso! Obviamente que também é isso.

RBG: Isto faz muita diferença.

RF: É evidente que também é isso, mas, na verdade, há um estímulo muito grande na discussão que é promovida pelo Paulo. O Paulo tem esta faceta muito interessante e que nos põe todos a dizer as maiores barbaridades pela boca fora com resultados sérios no fim, mas durante o processo tudo é permitido. Isto é das coisas que mais me estimula, obviamente. E todos dissemos as nossas barbaridades.

CdO: **Há uma pergunta que queria fazer, que tem a ver com as coisas relacionadas com regulamentos e entidades. Foi para o Paulo difícil trabalhar aqui em Portugal, atendendo às ligações às autoridades como o IGESPAR e outras?**

PMR: Fui muito bem recebido, muito bem apanhado, sempre. Não tive dificuldades para além daquelas que são exigidas. Este lugar deve ser zelado com muita atenção e carinho. Por outro lado, as exigências estão todas muito patentes. O trem, a altura, isto, aquilo, são exigências decorrentes da própria cidade. Nós, inclusive, estávamos muito preocupados em conhecê-las para atendê-las, nunca para dizer “faça outra coisa!”. Alguns aspetos, como o estacionamento coletivo na frente, junto ao rio, representam uma maneira de sugerir formas de enfrentar as dificuldades que havia. O estacionamento é importante sob esse ponto de vista técnico. Se houvesse lugares de estacionamento para cada um – para o café, para o anexo, para a administração – o problema só se agravava porque exige obras eventualmente desagráveis, de subsolos, de supressão, repetindo muitas vezes rampas que saem e entram. Se você se concentra num lugar só, aparecem as outras virtudes: serve o porto, através da passarela, revigora a virtude da passagem pedestre. E ao mesmo tempo, como o edifício

é grande, ninguém deixaria de completá-lo em cima com um andar horizontal, que daria um salão de 2000 m², que daria as festas mais bonitas de Portugal, com os navios de turismo passando na frente, o melhor *réveillon*, o melhor casamento, o que você quiser, com estacionamento garantido, acesso por água, acesso pelo trem, acesso pelo automóvel. Você transforma o problema em virtude. O que nós dizemos sempre: você transformar aquilo que é simples, aparentemente problema/dificuldade, em uma virtude. Como o corte das pedras da catedral.

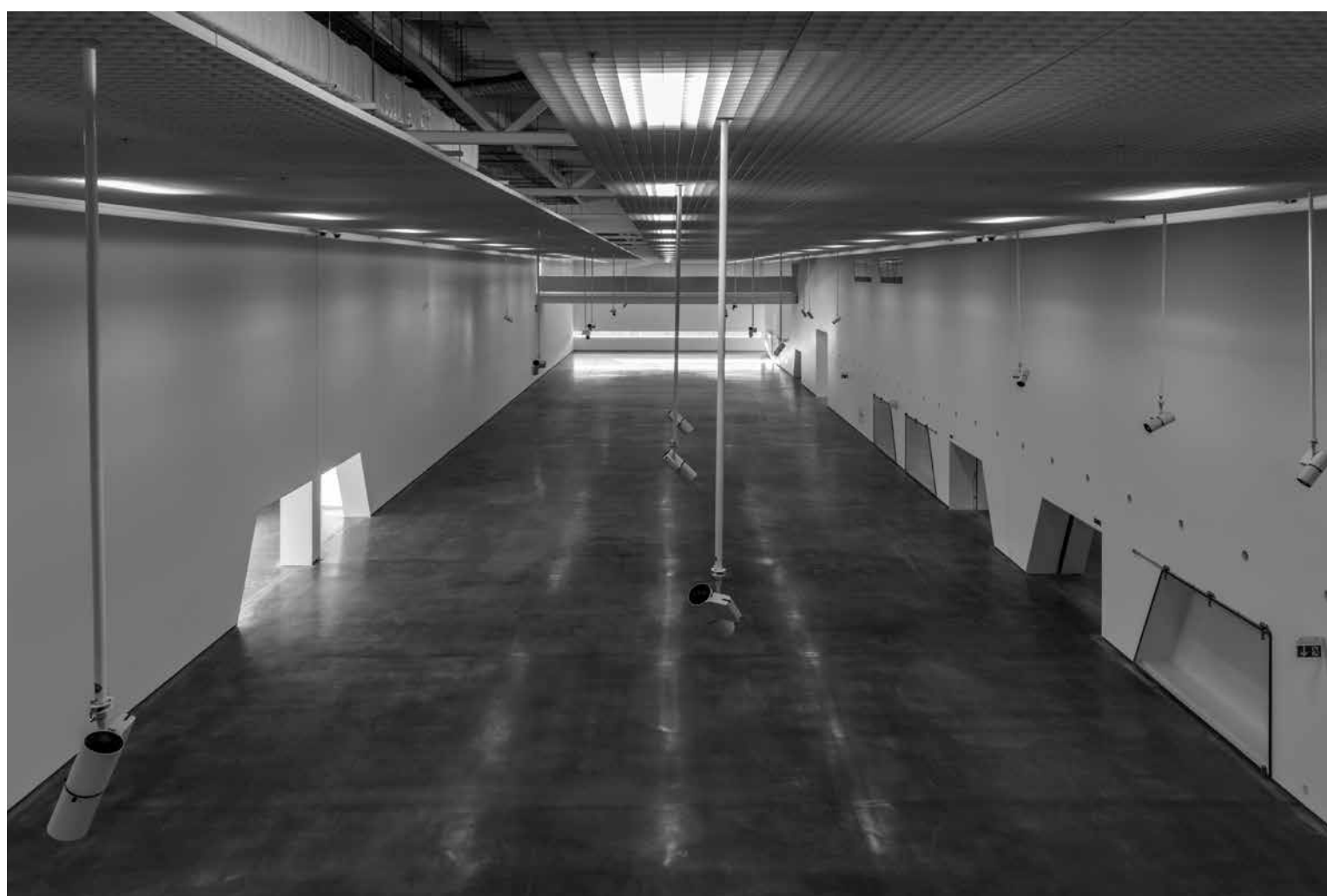
CdO: **Mas a ideia está lá, poderá não ser construída de imediato, mas a ideia está lá e é agregadora. No fundo este projeto faz cidade.**

RF: O que acontece é que aqui, por razões que ninguém conseguiu perceber, foi chumbado pela Câmara de Lisboa. Neste momento enquanto as coisas continuarem como estão, não vai ser feito. Poderá avançar um dia, agora não. A ideia deste estacionamento não era só cobrirmos os coches. Era cobrir os coches e toda a zona. E daí esta passarela...

CdO: **E também aproximar o rio da Rua da Junqueira que tem lá um estacionamento moribundo, não utilizado. Ainda sobre a visão integradora da equipa: o que é que eles o fizeram mudar na maquete inicial?**

PMR: Neste modo de trabalhar, quando o trabalho está feito, você não sabe mais quem, o quê, quando a coisa é! É difícil, eu não sei responder! Não me lembro de uma certa fratura, discussão pesada... Acho que não houve. A ideia do partido bom é exatamente esta de ele ser capaz de conduzir porque, como no jazz, aquele que aparentemente rompe o projeto, ele sabe o que está fazendo com aqueles outros. E se um fizer assim, o outro já está sorrindo, porque ele sabe como vai responder. Por isso a imagem, talvez forçada, talvez um pouco brincalhona, anedótica, do jazz, pode ser oportuna. Você sabe com quem está falando. Isso é tudo salutar, mais ou menos como a nossa conversa.





The engineering of the new Coach Museum

Rui Furtado, Armando Vale, Paulo Silva, Bruno Henriques and Luis Oliveira

The project began in late 2008, following an invitation from the Portuguese Government to architect Paulo Mendes da Rocha. The goal was to open the Museum on 5 October 2010 as part of the centenary celebrations of the Republic. The New Coach Museum should ensure the preservation of Portugal's Coach Collection, and display it to an audience of about 1,000,000 visitors each year.

Paulo came to Portugal to see the site and obtain information about the Museum's programme and returned to São Paulo. Two or three months later he returned to Lisbon to present his ideas – his concept for the Museum was based on the idea of a white “box” in which to keep the mostly Baroque “Treasure”, profuse in ornamentation.

For the presentation of the Architectural Project he basically brought photographs of his working model, and a clear vision of what he intended to do:

1. The Museum area – raised off the ground, with workshops, a cafeteria and the entrance to the Museum on the ground floor;
2. An Annex, connected to the Museum by a bridge, housing the Museum's administration area and a restaurant above and an auditorium below;
3. A pedestrian walkway linking Rua da Junqueira to the Belém River Station;
4. The car park – a continuous ramped silo – next to the Tejo River, finishing off the pedestrian walkway;

The peculiar spatial arrangement of the buildings, with the aerial link between them, creates a portico that marks the entrance to the internal square, where the buildings on Rua da Junqueira form a new frontage, promoting their revitalisation in a reconstitution of what was once Rua do Cais da Alfandega. This arrangement highlights the relationship among areas of different heights enhancing the movement of passers-by, consolidating the restitution of the whole locale to the city, and strongly inviting a visit to the museum itself. This basically reflects what the Museum is, according to Paulo Mendes da Rocha's vision, a public place – “carefully protected and unexpectedly open”.

The Proposal was a response to the brief, but extended its scope, in a broad reading of the site and its potential and requirements, and favoured the creation of a qualified public space.

Except for the details, it is surprising how closely the initial proposal corresponds to the end result – only the pedestrian walkway (its construction will start soon) and the car park silo (turned down by Lisbon City Council) are missing. All the rest is there, just as Paulo envisioned from the start. A little smaller – for budget reasons – but the same spatial arrangement and siting as in the initial proposal. Throughout the process, there was no display of prima donna stubbornness nor was

there the need for any engineering speciality to be submitted – all the building's needs were covered by the simplicity of the original idea – basically, everything had been thought through!

In the 21st century, any building, but particularly one with the nature of the New Coach Museum, whose purpose is to protect a unique Treasure and to provide the facilities to receive 1 million visitors annually, is a machine whose efficiency and success depend as much on how its various components fulfil their function (without prejudice to others) as on its ability to contain spaces capable of surprising and inspiring. This need requires that the Architectural and Construction solutions adopted simultaneously and equally meet the needs and demands of the various systems necessary for the proper functioning of the building.

Coming from Brazil – the land of “exposed concrete” – the building was envisaged as being made in concrete. However, considering the 50 m-long spans, a very short construction deadline as what was then defined, the plot on which the building would be sited, the need to take seismic activity into account and the requirement to accommodate complex and demanding environmental control systems, a switch to a lightweight system of construction was suggested – a monolithic metallic structure, “anchored” in the centre and sliding in the peripheral supports, and with lightweight plasterboard walls.

The proposed system of construction arises then as a complement to the architectural solution, allowing the mass of the building to be reduced and the cost of the foundations and vertical elements to be rationalised, while at the same time guaranteeing a minimal construction period. Meanwhile, due to various setbacks – availability of the site, the transfer of services that were there installed, etc. – the deadline was no longer a priority, though the other assumptions for the decision remained valid.

For the structure of the box, with longitudinal spans of 46 m and transversal spans of 18 m and 12 m, the option was for a hyperstatic, redundant truss structure, with three-dimensional behaviour, taking advantage of the main structural elements such as the bracing elements in the main structures in the other direction and making the most of all the continuities and stress redistribution that it was possible to create, always looking for a high degree of simplicity of assembly.

The large longitudinal walls of the box house the main trusses, which take advantage of the full height of the building. It is along these walls that the main arteries for the distribution of services are located, linking the Museum's two technical areas, located in an open space at the ends of the upper level.

Figure 01 – Aerial view.

A engenharia do novo Museu Nacional dos Coches

Rui Furtado, Armando Vale, Paulo Silva, Bruno Henriques e Luis Oliveira



01

O Projeto iniciou-se no final de 2008, na sequência de um convite do Governo Português ao Arq. Paulo Mendes da Rocha. O objetivo era inaugurar o Museu no dia 5 de Outubro de 2010, fazendo parte das comemorações dos 100 anos da República. O Novo Museu dos Coches deveria assegurar a preservação da Coleção de Coches de Portugal, e a sua exibição a um público de cerca de 1.000.000 de visitantes por ano.

O Paulo veio a Portugal ver o local e inteirar-se do programa do Museu e regressou a São Paulo. Dois ou três meses depois voltou a Lisboa para apresentar as suas ideias – a sua conceção do Museu assentava na ideia de uma “caixa” branca para guardar o “Tesouro”, maioritariamente barroco, por si só profuso em ornamentações.

Para a apresentação do Projeto, o Arquiteto trazia basicamente fotografias da sua maquete de trabalho e uma grande clareza quanto ao que se propunha fazer:

1. O espaço Museológico – elevado do chão, contendo no nível 0 as oficinas, uma cafetaria e a entrada no Museu;
2. O Anexo, ligado ao Museu através de uma Ponte, onde se localiza a direção do Museu e um restaurante, num nível elevado, e um auditório, no térreo;
3. Uma passagem pedonal, ligando a Rua da Junqueira à Gare Marítima de Belém;
4. O estacionamento – um silo de rampa contínua – junto ao Tejo, rematando a Passagem Pedonal.

A peculiar disposição espacial dos edifícios, com a ligação aérea que considerava entre eles, cria um pórtico que marca a entrada para a praça interior, para onde se viram, numa nova frente, as construções da Rua da Junqueira, promovendo a sua revitalização numa reconstituição do que fora outrora a Rua do Cais da Alfandega. Realça-se nesta disposição a relação entre as áreas a diferentes cotas que dinamizam o movimento dos

passantes, consolidando a devolução à cidade de toda a área do lote, convidando de uma forma marcada à visita do próprio museu. Isto traduz no fundo o que é o Museu, segundo a visão do Arqt.º Paulo Mendes da Rocha, um lugar público – “rigorosamente protegido e imprevisivelmente aberto”.

A Proposta dava resposta ao programa mas alargava o seu âmbito, correspondendo a uma leitura abrangente do local e das suas possibilidades e exigências, e privilegiava a criação de um espaço público qualificado.

A menos de pormenores, surpreende como a proposta inicial corresponde ao resultado final – falta apenas a passagem superior (a sua construção iniciar-se-á em breve) e o silo automóvel – reprovado pela Câmara Municipal de Lisboa. Tudo o resto lá está, tal como imaginado pelo Paulo, logo no início. Um pouco mais pequeno – por razões orçamentais – mas com a mesma disposição espacial e implantação da proposta inicial. Ao longo do processo, não houve teimosias de primadona nem teve que haver submissão de qualquer especialidade – todas as necessidades do Edifício foram acolhidas com simplicidade pela sua ideia original – simplesmente, estava tudo pensado!

No Século XXI, qualquer edifício – mas particularmente um Museu com as características do Museu dos Coches – destinado a preservar um Tesouro único e tendo que assegurar a receção de 1.000.000 de visitantes por ano – é uma máquina cuja eficiência e sucesso dependem tanto da forma como as suas diversas componentes cumprem a sua função (sem prejuízo das outras) como da sua capacidade de conter espaços capazes de nos surpreender e inspirar. Essa procura impõe que a solução Arquitetónica e Construtiva a adotar atendam em simultâneo e em pé de igualdade às necessidades e exigências dos diversos sistemas necessários ao correto funcionamento do edifício.

Vindo do Brasil – a terra do “concreto aparente” – era em betão que o Edifício tinha sido imaginado. No entanto, ponderando os vãos de 50 m, um prazo de construção muito curto como o que então estava definido, os aterros onde o edifício iria ser fundado, as ações sísmicas a ter em conta e a necessidade de albergar sistemas de controlo ambiental complexos e exigentes, sugerimos a mudança para um sistema construtivo leve – estrutura metálica monolítica, “agarrada” no centro e deslizante nos apoios periféricos e paredes ligeiras, em painéis de gesso cartonado.

A solução construtiva proposta surge assim em complemento da solução arquitetónica, permitindo diminuir a massa do Edifício e otimizar o custo das fundações e dos elementos verticais, e, ao mesmo tempo, garantir a minimização do prazo de construção. Entretanto, por vicissitudes diversas – disponibilidade do terreno, transferência de serviços que estavam

Figura 01 – Vista aérea.

The Architect imagined the Annex as a covered building, half empty, in which the concepts of inner and outer are confused by the variety of views and environments that it creates. A portico structure of prestressed concrete supports two steel and glass boxes where the Management offices and a Restaurant are located. The Auditorium occupies a concrete box at the ground level.

The ramp that links Rua da Junqueira to the aerial walkway that carries pedestrians to and from the Belém River Station ends in this Annex. Its ground elevation, originally constant at 6.60 m, coincided with the height of the Museum floor: this was a straight line almost 300 m long that connected the monumental area with the riverfront and the projected car park.

This walkway and the intended car park, whose capacity will be 400 cars, form a proposal to minimise the problem of parking in the Bélem monumental area, which is currently full of parked cars on the surface. This component of the project, which would be financed by the operating concessionaire, has been turned down by Lisbon City Council.

From the aerial walkway, which now respects the demands of REFER (particularly a headroom of 7.50 m above the railway line – about 8.1 m from the ground), was intended to be pragmatic, of simple construction, with a language that was “linked” to the Museum. 3 sections of 3 spans, about 30 m each, were defined, the decks comprising 3 parallel HE550A beams. The pillars were slender walls of reinforced concrete. The guard rails are identical to those in the Museum – solid pre-fabricated panels of white concrete, supported by metal uprights.

It should be noted that the construction of the Museum respected the budget initially set out by the Client and accepted by the Design Team, to the cent. The work has been completed and is ready to be inaugurated. At the time of writing, tenders have yet to be launched for the Exhibition Project itself – essential for the opening of the Museum, and the construction of the aerial pedestrian walkway.

Exhibition Pavillion

The exhibition pavillion is destined to house the coaches which will be transferred from the actual Museum and is located parallel to Avenida da Índia. The building is approximately 16.5 m high, and could simply be described as a white, opaque parallelepiped, 126 m x 48 m x 12 m, supported on a grid of 14 circular pillars 1.80 m in diameter. Internally, this high volume is divided into 3 longitudinal aisles.

In addition to the raised floor which forms the core of the museum, there are also certain complementary areas on the ground floor and a small underground area.

The exhibition areas are located in the lateral aisle of the upper level, and include two large halls for the permanent exhibition, of about 125 m x 17.25 m of usable area each, with a double ceiling height (8.28 m), marked by a continuous pavement in smooth concrete, by pure white walls and by the white metal grid of the suspended ceiling, which encloses all the infrastructure for the building but at the same time allows it to be seen. There is a sequence of openings in the museum’s longitudinal walls, whose shape relates to the configuration of the metal truss structure and, in the case of the intermediate walls, windows that result from the subtraction of their volume to the volume of the walls in which they sit.

Between these two halls, in the central aisle, there is a group of spaces including a temporary exhibition hall, with about 215 m² of usable area and direct access to the entrance, some workshops for everyday maintenance, where the coach lift and toilets are located, such as the public



02



03



04

circulation space that links the various spaces and enables access to the emergency stairs, also installed in the central nave.

Level 2, with 1380 m² of gross area, is limited to the central nave and comprises, at its two ends, space for the technical areas where the ventilation and air conditioning equipment for the exhibition halls are located. There is also an education department room and a group of hallways and corridors that provide a route at the upper level giving a more exclusive view of the exhibition halls as well as access to the external balcony placed in for the south elevation with views to the river.

Access to the upper footpath to the Annex building is also located in these corridors, which gives Museum staff direct access to the administrative areas.

The need for tight control of the lighting in the spaces allocated to exhibition means that there are practically no openings to the outside. Only horizontal slots are provided at each end of the building, and one or two other apertures carefully arranged along its longitudinal elevations. Skylights, used only for natural fume extraction are provided in the roof of the exhibition halls.

At ground floor level, areas are divided by two independent modules, one being the entrance and the other for the reserved areas and for the service area. The entrance module, which includes the shop and the storage lockers, is enclosed by completely glazed façades, creating continuity with the exterior square. There are two large elevators here, each with a capacity for 75 people, which provide access to the exhibition halls on the upper floor. The ticket offices and public toilets are in the other module, facing the entrance to the museum. The maintenance and restoration workshops are located in the centre, accessed from the outside through a large gateway leading to an antechamber (reception) and a cleaning room. This then leads

Figure 02, 03 – Exhibition Pavillion – structure.

Figure 04 – Exhibition Pavillion – steel beams assembling.

Figure 05 – Exhibition Pavillion – south view.



05

instalados no local, etc. – o prazo acabou por deixar de ser prioritário, mas mantiveram-se válidos os restantes pressupostos da decisão.

Para a estrutura da caixa, com vãos longitudinais de 46 m e transversais de 18 e 12 m, a opção foi para uma estrutura de treliças hiperestática e redundante, com um comportamento tridimensional, aproveitando os elementos estruturais principais como elementos de travamento das estruturas principais da outra direção e tirando o máximo partido de todas as continuidades e redistribuição de esforços que foi possível materializar, procurando sempre um elevado grau de simplicidade de montagem.

As grandes paredes longitudinais da caixa albergam as treliças principais, que tiram partido de toda a altura do Edifício. É ao longo destas paredes que se localizam os grandes eixos de distribuição dos serviços, interligando as duas zonas técnicas do Museu, localizadas em espaço aberto nos extremos do nível superior.

O Arquiteto pensou o Anexo como um edifício coberto, meio vazio, em que os conceitos de interior e exterior se confundem pela diversidade de vistas e ambientes que gera. Uma estrutura porticada de Betão pré-esforçado apoia duas caixas de aço e vidro onde se instalarão a Diretoria e um Restaurante. O Auditório ocupa uma caixa de betão ao nível térreo.

É neste Anexo que termina a rampa que liga a R. da Junqueira à Passagem Superior que transportará os peões de e até à Gare Marítima de Belém. A sua cota de pavimento – originalmente constante de 6,60 m – coincidia com a cota de pavimento do Museu: era uma linha reta com quase 300 m de comprimento interligando a área monumental com a frente ribeirinha e o estacionamento projetado.

Esta passagem e o estacionamento previsto, com capacidade para 400 carros, constituem uma proposta efetiva para minimizar o problema do estacionamento da área monumental de Belém, atualmente repleta de carros estacionados à superfície. A Câmara de Lisboa “chumbou” esta componente do Projeto, cujo financiamento seria assegurado pela concessão da sua exploração.

Da passagem superior – agora respeitando as exigências da REFER (de que se destaca a altura livre de 7,50 m sobre a linha férrea – cerca de 8,10 m ao pavimento) – pretendia-se uma forma pragmática, de construção simples, com uma linguagem que a “ligasse” ao Museu. Definiram-se 3 tramos de 3 vãos com cerca de 30 m cada, sendo os tabuleiros compostos por 3 vigas HE550A paralelas. Os pilares são lâminas esbeltas de Betão Armado. Os guarda-corpos são idênticos aos do Museu – painéis maciços de Betão Branco pré-fabricados, apoiados em prumos metálicos.

Cabe aqui referir que a construção do Museu respeitou ao centímetro o orçamento definido inicialmente pelo Cliente e aceite pela Equipa de Projeto. A obra está concluída e pronta a inaugurar. Na data em que se escreve este texto, ainda falta lançar os concursos para as empreitadas

relativas ao Projeto Expositivo – essencial para a abertura do Museu – e à construção da Passagem Superior de Peões.

Pavilhão de Exposições

O pavilhão de exposições destina-se a receber os coches que serão transferidos do atual Museu e encontra-se implantado paralelamente à Avenida da Índia. O edifício com aproximadamente 16,5 m de altura, poderá simplificarmente ser descrito como um paralelepípedo branco, opaco, com 126 m x 48 m x 12 m apoiado numa malha de 14 pilares circulares com 1,80 m de diâmetro. Este volume elevado é interiormente seccionado em 3 naves longitudinais.

Para além do piso elevado que constitui o núcleo do museu, realçam-se ainda algumas áreas complementares distribuídas pelo piso térreo e uma área enterrada de pequena dimensão.

As áreas de exposição situam-se nas naves laterais do piso 1 e incluem duas grandes salas destinadas à exposição permanente com cerca de 125 x 17,25 m² de área útil cada, com duplo pé-direito (8,28 m), marcadas pela presença do pavimento contínuo em betão afagado, pelas paredes absolutamente brancas e pelo gradil metálico branco do teto suspenso, que ao mesmo tempo que encerra todas as infraestruturas do edifício, permite que se tenha uma perceção da sua presença. Nas paredes longitudinais do museu realça-se a presença de uma sequência de vãos, cuja forma se relaciona com a configuração das treliças metálicas estruturais e no caso das paredes intermédias, as vitrinas que resultam da subtração do seu volume ao volume das paredes em que se inserem.

Entre estas duas salas, na nave central, encontra-se um conjunto de espaços, cujas valências compreendem uma sala de exposições temporárias, com cerca de 215 m² de área útil e acesso direto desde a entrada, uma área de oficinas para manutenção diária onde se situa o monta-coches, instalações sanitárias públicas e ainda os atravessamentos públicos que ligam os vários espaços e permitem o acesso às escadas de emergência também instaladas na nave central.

O piso 2 com cerca de 1380 m² de área total, está limitado à nave central e compreende, nos seus dois topos, espaços para as áreas técnicas onde serão instalados os equipamentos afetos aos sistemas de ventilação e climatização das áreas de exposição. Para além destas áreas, inclui ainda uma sala de serviço educativo e um conjunto de vestíbulos e passadiços que permitem um percurso a uma cota superior possibilitando uma vista mais exclusiva das áreas de exposição bem como o acesso à varanda exterior prevista no alçado sul com vistas para o rio.

É também nestes passadiços que se localiza o acesso à passagem superior para o edifício anexo por onde se fará o acesso direto do *staff* do Museu às áreas administrativas.

A necessidade de controlo apertado da iluminação nos espaços afetos à exposição, resulta na quase inexistência de aberturas para o exterior. Apenas estão previstos rasgos horizontais em cada um dos topos do edifício e uma ou outra pequena abertura, dispostas criteriosamente ao longo dos alçados longitudinais do edifício. Na cobertura das salas de exposição estão previstas claraboias apenas utilizadas para desenfumagem natural das salas de exposição.

Ao nível do piso térreo, as áreas encontram-se divididas por dois módulos independentes, o módulo da entrada e o módulo das áreas reservadas e de serviço do museu. O módulo da entrada, que inclui a loja e o guarda

.....
Figura 02, 03 – Pavilhão de Exposições – estrutura.

Figura 04 – Pavilhão de Exposições – montagem das vigas metálicas.

Figura 05 – Pavilhão de Exposições – vista sul.

to a large open space where the maintenance workshops, vehicle storage areas are to be found, along with the lifting platform on which the coaches and other items are raised to the exhibition hall level.

Certain areas are specifically set aside to store more sensitive items such as saddles and cavalry accessories, textiles, documents, paintings and other objects. These are closed and have no external lighting. Other service areas are to be found adjacent to the workshops, and on the side opposite the ticket offices, including showers and dressing rooms for museum personnel, staff rest areas, curators' rooms, offices and service elevators for access to the basement and upper floors. In the extreme west of this area, there is also space for lease, intended for a cafeteria with terrace, and as in the entrance module, it also has wholly glazed external façades.

The basement level is intended exclusively for technical and support spaces. Amongst other things, it includes water cisterns for fire-fighting, drinking water and reuse of rainwater, plant rooms for HVAC equipment, a generator and an area for recycling and storage of waste.

In general, the floors are made of concrete slabs finished with surface hardener and mechanical smoothing. The external cladding of the façade of the pavilion is of the "ventilated curtain" type using Knauf "Aquapanel", including in its composition cement boards, waterproof plasterboard, thermal insulation, rockwool and a vapour barrier. The interior finishes of the façades are made in plasterboard panels and thermo-acoustic insulation. The roof is coated with a sandwich system comprising a structural plate at the bottom, a layer of thermal and acoustic insulation and an external profile of the Kalzip type.

The need to have large spans, associated with the concept of a building raised from the ground, we opted for the use of light construction systems, which is evident not only in the main structure of the building, which is metallic, but also in all its envelope. Note, in particular, the composite slabs of reduced thickness of the exhibition floor, the sheet metal roof and also the interior and exterior walls which are predominantly of plasterboard.

Annex building

This is a building alternating between full and empty, which includes the independent module of the auditorium at its base and, above, the volumes suspended in the structural exposed concrete porticos for the administrative areas and the restaurant, with glazed façades adjacent to the triangulated structural beams.

The interior of the building includes an arrangement of vertical and horizontal communications, predominantly public, all in an outdoor environment though sheltered by the central skylight constructed of glass and metal.

On the ground floor is the auditorium, 8.50 m high and a capacity for 330 persons, built in exposed structural concrete to be painted on the external side. This is an informal space for visitors to the museum and to support the educational department, with two large side gateways to allow passage of a horse-drawn carriage. Inside, concrete also predominates, the walls being clad with perforated concrete panels, behind which there is insulation that will simultaneously provide acoustic control of the space. There are prefabricated concrete T-section beams in the ceiling, and the floor has granite cubes at the base and precast concrete seats. There is a reflecting pool on the roof. Still on the ground floor, to the north, and part of the auditorium module, there is an area for a leased shop, and to the south, public toilets and a space for the



06



07



08



09

Museum's reception and information desk.

On Level 1, at the rear of the auditorium, is a large balcony overlooking Rua da Junqueira, which also serves as a link between the new access ramps to the pedestrian walkway and Rua do Cais da Alfandega Velha.

Level 2 comprises two "bridges" in metal, with triangulated beams with a 45 m span, supported on the exposed concrete structural porticos. The eastern "bridge", with a splendid view to the new Museum square and the reflecting pool on the rooftop, is intended for the Museum administration, with spaces for administrative services, curators and management offices, library, toilets, staff kitchen and rest rooms. The western "bridge" has an open space with a view over the whole monumental area of Belém, which is intended to be leased for a restaurant. This has kitchen, bar and toilet areas, and the remaining space is for the dining area.

The connection between the "bridges" is made by two walkways with a metal structure and concrete decks, which also provide access to the exposed reinforced concrete blocks that house the emergency stairs and the elevator shafts.

There is also a small plant room on the north walkway.

The pavements of these spaces are finished in smooth concrete, the façades are glazed and the ceilings use a suspended metal trellis, thus maintaining the continuity of the solutions adopted for the exhibition hall.

Pedestrian and cycle walkway

The proposed solution for the pedestrian walkway retains the concept of public space that guides the entire project. Starting from the north it is still within the confines of the annex building, attached by a set of 3 m wide ramps which lead from the level of the square to the level of the

Figure 06, 07 - Exhibition Pavilion - completed structure of the aisles.

Figure 08, 09 - Exhibition Pavilion - Interior longitudinal beams.

Figure 10 - Annex Building - completed structure.

Figure 11 - Pedestrian and cycle walking deck.

Figure 12 - Annex Building - interior view.



10



11



12

volumes, é encerrado com fachadas completamente envidraçadas, criando uma continuidade com o exterior da praça. É aqui que se encontram os dois grandes elevadores, com capacidade para 75 pessoas cada, por onde se faz o acesso às áreas de exposição do piso superior. No outro módulo, virado para a entrada do museu, encontram-se as bilheteiras e instalações sanitárias públicas. Ao centro estão as áreas das oficinas de manutenção e restauro, com entrada através do exterior por intermédio de um grande portão para antecâmara de recepção e câmara de expurgo. Daí passa-se para um espaço amplo, aberto, onde se dispõe as áreas para as oficinas de manutenção, reservas de viaturas e ainda a plataforma elevatória por onde os coches e restantes peças são elevados para o piso das salas de exposição.

Em áreas mais reservadas, com espaços próprios encerrados e sem iluminação exterior, são dispostas as áreas para as reservas das peças mais sensíveis, nomeadamente para os arreios e acessórios de cavalaria, têxteis, documentos, pinturas e outros objetos. Adjacente às oficinas e do lado oposto às bilheteiras encontram-se as áreas de serviço, com balneários e vestiários para os funcionários do museu, áreas de descanso de funcionários, sala de conservadores, gabinetes e elevadores de serviço por onde se acede à cave e aos pisos superiores. Esta área, inclui ainda no seu topo poente um espaço para concessão, destinado a uma cafetaria com esplanada e que à semelhança do módulo da entrada tem as suas fachadas exteriores completamente envidraçadas.

O piso -1, enterrado, destina-se exclusivamente a compartimentos técnicos e de apoio. Inclui, entre outros, as reservas de água para combater a incêndio e abastecimento de água potável e reaproveitamento de água da chuva, áreas técnicas para instalação dos equipamentos de AVAC, gerador, posto de transformação e armazenamento de lixo.

Em geral, os revestimentos dos pavimentos são constituídos por lajes em betão acabadas com endurecedor de superfície e talochagem mecânica. O revestimento exterior da fachada do pavilhão é do tipo “cortina ventilada” do tipo “Aquapanel” da Knauf incluindo na sua composição placas de cimento, placas de gesso cartonado hidrófugo, isolamento

térmico, lã de rocha e barreira de vapor. Os revestimentos interiores das fachadas são em painéis de placas de gesso cartonado e isolamento térmico-acústico. A cobertura será revestida com um sistema sanduíche composto por uma chapa estrutural inferior, uma camada de isolamento térmico e acústico e um perfil exterior do tipo kalzip.

Tendo em conta a presença generalizada de grandes vãos, que aparecem associados ao conceito de edifício elevado, optou-se pela utilização de sistemas construtivos ligeiros, o que é evidente não só ao nível da estrutura principal do edifício, que é metálica, como em toda a sua envolvente, realçando-se aqui as lajes colaborantes de reduzida espessura do piso da exposição, as chapas metálicas da cobertura e ainda as paredes interiores e exteriores onde predomina o gesso cartonado.

Edifício anexo

Trata-se de um volume ora preenchido ora esvaziado, de que se destacam, na base, o módulo independente do auditório e no topo, os volumes suspensos nos pórticos estruturais em betão aparente, para as áreas da administração e restaurante, com fachadas envidraçadas adjacentes às vigas estruturais trianguladas.

O interior do edifício inclui um conjunto de comunicações verticais e horizontais, predominantemente públicas, todas em ambiente exterior, embora abrigadas pela claraboia central construída em vidro e estrutura metálica.

No piso térreo encontra-se o auditório, com 8,50 m de altura e capacidade para 330 pessoas, construído em betão estrutural aparente para pintar do lado exterior. Trata-se de um espaço informal para os visitantes do museu e para apoio ao serviço educativo, com dois grandes portões laterais que permitem a passagem de um coche puxado a cavalo. No interior, predomina também o betão, sendo as paredes revestidas com painéis de betão furados, atrás dos quais será previsto o isolamento térmico que simultaneamente fará o controlo acústico do espaço. Nos tetos temos vigas pré-fabricadas em betão, com secção em T, e no pavimento temos cubo de granito na base e novamente betão pré-fabricado nas bancadas. Sobre a cobertura encontra-se um espelho de água. Ainda no piso térreo e integrados no módulo do auditório, encontra-se, a norte, uma área para uma loja a concessionar, e a sul instalações sanitárias públicas e um espaço para a recepção e balcão informativo do museu.

No piso 1, na parte posterior do auditório encontra-se uma ampla varanda sobre a Rua da Junqueira, que serve ainda de ligação entre as rampas de acesso à nova passagem pedonal e a rua do Cais da Alfandega Velha.

O piso 2 é composto pelas duas “pontes” em estrutura metálica com vigas trianguladas com 45 m de vão, apoiadas nos pórticos estruturais em betão aparente. A “ponte” nascente, com vista privilegiada para a nova praça do museu e para o espelho de água sobre o lanernim, destina-se à administração do museu, com espaços para os serviços administrativos, gabinetes para direção e curadores, biblioteca, instalações sanitárias, copa e áreas de descanso. Na “ponte” poente encontra-se um espaço amplo, com vista para toda a área monumental de Belém que se pretende concessionar para a instalação de um restaurante. Distinguem-se neste espaço as áreas da cozinha, bar e instalações sanitárias constituindo a restante área o espaço de refeições.

Dois passadiços em estrutura metálica e pavimentos em betão fazem a ligação entre as “pontes” e permitem ainda o acesso aos núcleos em

.....
Figura 06, 07 – Pavilhão de Exposições – estrutura concluída das naves.
Figura 08, 09 – Pavilhão de Exposições – vigas longitudinais intermédias.
Figura 10 – Edifício Anexo – estrutura completa.
Figura 11 – Passagem superior pedonal e ciclável.
Figura 12 – Edifício Anexo – vista interior.

elevated deck, also providing direct access to the north veranda of the auditorium from one of the intermediate landings. After crossing Avenida da Índia, the railway tracks and Avenida Brasília the deck elevations descend until they meet the ramps, again allowing access from the garden.

The height of the elevated part of the walkway is determined by the need to ensure a minimum headroom of 7.5 m for the crossing over the railway as well as the need to comply with the maximum inclinations in the regulations.

In addition to the ramps provided at both ends, interim access by elevators and stairs is also provided that enables the walkway to be accessed from the pavements on Avenida da Índia and Avenida Brasília, as well as access to the railway platforms in both directions.

Square

The square under the buildings is made of a unique surface finished in granite cubes, occasionally interrupted by areas and elements of the building at ground floor level. Its insertion within the envelope involves the resolution of the transitions between the different heights which, in the area of greater slope, to the North, is achieved by a set of ramps and steps and, in other areas where the difference is less marked, by the occasional gradual bending of the pavement levels.

The solution proposed focuses on the complete opening of the square as a public space, taking advantage of the permeability of the buildings at the level of the square and the absence of any other barriers to the movement of pedestrians. Vehicular access, although possible and necessary for maintenance and for loading and unloading, is closed to the general public.

Buses carrying visitors are able to stop and park to the south, on a road adjacent to the museum itself, and this allows visitors to be transported close to the entrance.

Structure

The beginning of the project revealed that the structure would immediately assume a role of particular importance in the design of the building, indeed along the lines of the work of the architect, Paulo Mendes da Rocha.

The development of the project confirmed and extended this idea, and it was observed that the role of the structure was relevant not only in terms of form, but also in its contribution to the definition of finishes and architectural details, with the choice both inside and out of finishes in either exposed reinforced concrete or steel structure. A paradigmatic example of this situation is the case of the Annex Building, where in addition to the structure, the finishes only considered the placement of glazed facades, glazed skylights and the ceilings in suspended metal trellis. In the case of the exhibition halls there was also the cladding of the vertical faces.

This aspect required that initially the Architect's concept for the project was internalised, which eventually happened naturally, because since the beginning of the work we found ourselves in tune on both the ideas and the expectations we all had for the project. Then and even before the design work itself, the general criteria for the design of the buildings were easily settled together, and these were eventually strictly implemented during the various phases of the project. It appears now, after being overcome and solved all the technical issues, that in general there are no deviations when we compare the photomontages prepared in the initial programme with the end result of the buildings as built, which admirably demonstrates the knowledge and experience

provided, particularly by the architect, Paulo Mendes da Rocha, from the early sketches and from the first ideas outlined for the project.

Exhibition Pavilion – Main Structure

The main body of the exhibition pavilion is a parallelepiped, 126 m long, 48 m wide and 12 m high, supported on 14 circular pillars 1.80 m in diameter and about 4.5 m high.

With these features, the choice of a metal structure was almost mandatory, since only by taking advantage of structural lightness and lightness of construction as a whole, would it be possible not to penalise too much the 14 supporting pillars.

The structure is composed of four major triangulated main beams, about 12 m in height, arranged along the longitudinal walls of the exhibition hall naves, which ensures that all vertical loads applied to the building are transferred to the pillars.

In conjunction with the structural elements that support the elevated first floor and the roof, these beams establish a latticework of resistant perpendicular, interconnected planes, which ensure the lateral stability of the elements of each of these planes and appropriately transfer any horizontal forces due to earthquake or wind to the pillars and the central core.

The main beams in the intermediate alignments are 12 m apart from each other and supported on four pillars, forming 3 consecutive spans, each of 42 m. In turn, the beams of the alignments of the longitudinal façades are 18 m apart from the former, and provide three supports, forming two intermediate spans of 42 m each and two cantilevered spans at the ends, of 21 m each. At both ends of these beams there are two triangulated transverse beams of the same height, which close the volume of the pavilion off. The upper and lower chords for these triangulated beams are in HEB550 profiles, which in addition to the structural function, also have an architectural role once the end and side lattice girders mark the bottom and top of each of the façades.

The vertical and diagonal bracings are usually composed of H-type plated profiles, laid out with the highest inertia orientated along the plane of the triangulated beams. The vertical bracings located over the pillars are composed of HD400x744 profiles that, unlike all others, are orientated with the largest inertia perpendicular to the plane of the lattice girders.

The lower chord for the beams is interrupted in these vertical bracings, which are extended to the top of the pillars. For construction reasons, it was necessary to limit the width of the chords and diagonals to 310 mm, which obliged the vertical bracings to be made considerably slimmer. To minimize this effect advantage was taken of the HEA100 profiles, the purlins supporting the façade claddings, linking them together via metal plates and giving them continuity in the area of the vertical bracings, which enabled a significant reduction in the lengths of buckling, thus taking more effective advantage of the section of the vertical bracings.

The vertical bracings of the main beams also ensure the transmission of loads transmitted by external elements that are connected to them, such as the profiles of the latticework beams of the floor, the metal beams of the intermediate floors, at level 2, the truss beams of the roof and the metal profiles of the structure of the outdoor veranda, which on the south façade is supported from the structural beam of this alignment.

Figure 13 – Exhibition Pavillion – main transversal bracing.

betão armado aparente onde se encontram as escadas de emergência e os elevadores de acesso.

No passadiço norte encontra-se ainda um pequeno espaço técnico.

Nos acabamentos destes espaços são utilizados os pavimentos em betão afagado, sendo as fachadas envidraçadas e os tetos em gradil metálico suspenso, mantendo-se assim a continuidade das soluções adotadas no pavilhão de exposições.

Passagem pedonal e ciclável

A solução proposta para a passagem pedonal conserva o conceito de espaço público que norteia todo o projeto. O arranque a norte faz-se ainda dentro dos limites do edifício anexo por um conjunto de rampas com 3 m de largura que se desdobram desde a cota da praça até à cota do tabuleiro ao nível elevado, possibilitando ainda o acesso direto à varanda norte do auditório a partir de um dos patamares intermédios. Após a travessia da Avenida da Índia, da linha férrea e da Avenida Brasília as cotas do tabuleiro vão descendo até encontrarem as rampas, desdobrando-se novamente para permitir o acesso a partir do jardim.

As cotas do tabuleiro ao nível elevado são condicionadas pela necessidade de assegurar um gabarit mínimo de 7,5 m na zona de atravessamento do canal ferroviário e ainda pela necessidade de cumprimento das inclinações máximas regulamentares.

12 Para além das rampas previstas nas duas extremidades estão ainda previstos acessos intermédios por elevadores e escadas que permitem a utilização a partir dos passeios das avenidas da Índia e Brasil, bem como o acesso às plataformas das vias ascendente e descendente da linha ferroviária.

Praça

A praça que se desenvolve sob os edifícios constitui uma superfície única revestida a cubo de granito, pontualmente interrompida pelas áreas e elementos do edifício implantadas ao nível do piso térreo. A inserção no contexto da envolvente envolve a resolução das transições entre diferentes cotas que na zona de maior desnível, a Norte, se consegue através de um conjunto de rampas e escadas e que nas restantes zonas, com desníveis mais suaves, se conseguem através de empenos pontuais e suaves nas cotas dos pavimentos.

A solução proposta aposta na abertura completa da praça, enquanto espaço público, tirando partido da permeabilidade dos edifícios ao nível da cota da praça e da ausência de qualquer outro tipo de barreiras à movimentação de peões. O acesso automóvel, apesar de possível e necessário para efeitos de manutenção e cargas e descargas é no entanto vedado ao público em geral.

Para paragem e estacionamento dos autocarros de visitantes é construída, a Sul, uma via própria adjacente ao Museu, que permite que os visitantes sejam transportados até junto à entrada.

Estrutura

O início do projeto revelou desde logo que a estrutura assumiria um papel de particular relevo na conceção do edifício, o que vem aliás dar continuidade ao que é a raiz dos trabalhos do arquiteto Paulo Mendes da Rocha.

O desenvolvimento do projeto veio confirmar e alargar esta ideia, verificando-se que o papel da estrutura foi relevante não só ao nível da forma, mas também na sua contribuição para a definição dos



13

acabamentos e pormenores arquitetónicos, verificando-se quer pelo exterior, quer pelo interior, a opção por acabamentos ora em betão armado ora em estrutura metálica à vista. Exemplo paradigmático desta situação é o caso do edifício anexo, em que para além da estrutura, ao nível dos acabamentos, apenas se considera a colocação das fachadas envidraçadas, dos vidros dos lanternins e dos tetos em gradil metálico suspenso. No caso do pavilhão de exposições existe ainda o revestimento dos paramentos verticais.

Este aspeto obrigou a que numa primeira fase se tenha interiorizado o conceito dos Arquitetos para o projeto, o que acabou por acontecer naturalmente, pois desde o início do trabalho se constatou haver sintonia quer nas ideias quer nas expectativas que ambos tínhamos para o projeto. Em seguida e ainda antes do início do trabalho de projeto propriamente dito, facilmente se estabeleceram, em conjunto, os critérios gerais a seguir na conceção dos edifícios, que acabaram por ser rigorosamente postos em prática durante a execução das várias fases do projeto. Consta-se agora, depois de ultrapassadas e resolvidas todas as questões técnicas, que em geral, não existem desvios quando fazemos o exercício de comparar as fotomontagens desenvolvidas na fase inicial de programa base, com o resultado final dos edifícios entretanto construídos, o que no fundo vem revelar de forma admirável, o conhecimento e experiência colocados, em particular, pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha, desde os primeiros esboços e desde as primeiras ideias delineadas para o projeto.

Pavilhão de Exposições – Estrutura Principal

O corpo principal do pavilhão de exposições é um volume paralelepípedo com 126 m de comprimento, 48 m de largura e 12 m de altura, apoiado em 14 pilares circulares com 1,80 m de diâmetro e cerca de 4,5 m de altura.

Com estas características, a opção pela estrutura metálica foi quase obrigatória, pois só tirando partido da leveza estrutural e da leveza de construção no seu conjunto, seria possível não penalizar em demasia os 14 pilares de suporte.

A estrutura é composta por quatro grandes vigas trianguladas principais, com cerca de 12 m de altura, dispostas ao longo das paredes longitudinais das naves do pavilhão e que asseguram a transferência, para os pilares, de todas as cargas verticais aplicadas no edifício.

Estas vigas, em conjunto com os elementos estruturais que suportam o primeiro piso elevado e a cobertura, estabelecem um reticulado de planos resistentes perpendiculares e interligados, que asseguram a estabilidade lateral dos elementos de cada um destes planos e transferem adequadamente para os pilares e núcleo central as forças horizontais, devidas ao sismo ou ao vento.

Figura 13 – Pavilhão de Exposições – montante transversal principal.

The joints between the main nodes of these beams are welded. The components are prepared in the factory and shipped to the site separately, then are welded *in situ* on tables prepared for this purpose, so as to form parts that can be raised with the beams on site. Finally, to complete the structure, these members are placed in their final position and are welded together, obviously without forgetting the transverse elements necessary to ensure stability of the whole during various stages of assembly.

Exhibition Pavilion – First Floor Slab

The Level 1 slab, situated about 6.50 m above the ground, is supported by a system of triangulated cross beams, 5.25 m apart, which receive the purlins, generally 2.25 m apart. The transversal beams are supported on the 4 large longitudinal beams, thus presenting 3 spans, one intermediate 12 m long, and two at the ends of 18 m each. These beams comprise chords, vertical and diagonal bracings in HEA and HEB profiles, and are continuous over intermediate supports. The end supports also use an extension of the lower chord of these lattice girders up to the support, taking advantage of the partial fixing that is created there to reduce the buckling lengths of the vertical bracings of the main beams.

In turn, for the purlins, it was decided to use IPE140 profiles anchored at two intermediate points by intermediate diagonal horizontal strut, thus ending up with 3 spans of 1.45 m, 1.45 m and 2.35 m. At the level of the lower flange of the transverse lattice girders, the struts are anchored by a set of 27 rods, which in the case of asymmetric loads, ensure the necessary reaction to counteract the horizontal component of the force transmitted by the struts. At the level of the purlins, it is assumed that the upper flange will be anchored by the steel composite deck itself, and that the lower compressed flange, in the zone of the profile on the struts, will be anchored to slackening of the 10 rods to be welded directly onto the upper surface of the flange of the purlin profiles.

The Level 1 slab itself presents a set of particular characteristics that basically arise from the importance attached to it to solve a very diverse set of situations. In fact, in addition to its structural functions, the solution is required to meet the needs of thermal insulation, provide the final finishing for the museum's floors and allow the embedding of the pipes that circulate the radiant liquid for the air conditioning of the spaces.

One of the fundamental premises established from the outset was not to consider expansion or construction joints along the entire area of the exhibition halls.

In terms of determining the finish, various design solutions were tested during the design process, constructing samples of concrete polished with different aggregates and compositions. The option eventually chosen was for a floor with white surface hardener, smoothed on to the solid slab in white concrete, which in addition to meeting aesthetic requirements, offers an excellent performance as a flooring material, especially in terms of resistance to impact and wear.

In the construction phase, and for a variety of reasons, it was later decided to make a grey concrete slab with a surface hardener and final finish obtained by applying a lithium based sealant and subsequent polishing. With this solution, a better surface strength and tightness is obtained and, moreover, the final polishing can be done at the end of construction, thus enabling the inevitable marks and damage the floor is subjected to during the construction period to be eliminated or at least minimised.

The constitution of this slab includes a profiled steel sheet, 1.5 mm thick, supported on the purlins, receiving the filling of the conduits with lightweight expanded clay concrete, a bond breaking film, an 8 cm thick layer of expanded polystyrene thermal insulation and another bond breaking film, over which concrete is poured onto the 15 cm thick concrete slab.

The radiant floor tubing is embedded in the slab. For the absorption of horizontal loads in the floor, the proposal is for it to be connected to the central core of stairs as well as to the main metallic structure, in the middle third of the slab, over a length of 42 m. The freeing of the slab in the two end thirds results from the need to reduce the stresses due to shrinkage and thermal variations. For seismic action in the transverse direction, the end thirds of the slab work as a cantilever, ensuring through a diaphragm effect, the transmission of horizontal actions to the fixed supports of the intermediate pillars and to the reinforced concrete core of stair E2.

To limit and control cracking, it is expected to apply longitudinal and transversal pre-stressing, sized to ensure a 1 MPa minimal residual compression for most situations. The pre-stress is adherent with mono strands of "0.6" arranged in centred metal sheaths, spaced 0.40 m between them.

In dynamic terms, the slab for Level 1 of the exhibition hall has its first natural frequencies between 3 and 3.50Hz, therefore within the critical range that would make the slab susceptible to producing uncomfortable levels of vibration.

Taking this into account several studies were carried out according to the latest publications on the subject, and it was concluded that, although the natural frequencies lie within the critical range, the masses involved have very significant values that therefore ensure suitable comfort conditions.

Exhibition Pavilion – level 2 and roof

The slabs for Level 2 are only in the central nave, between the two large longitudinal intermediate beams, and are composed of composite slabs that are 12 cm thick in general areas, while in plant rooms, on the one hand to cope with the weight of the equipment in them, but also, particularly, to minimise and control the transmission of vibrations emitted by this machinery to the main structure, it was decided to use 20 cm thick slabs.

Like in the exhibition halls, here the finish is also applied directly on to the concrete floors, initially through mechanical smoothing and then by polishing after prior application of a lithium-based sealant.

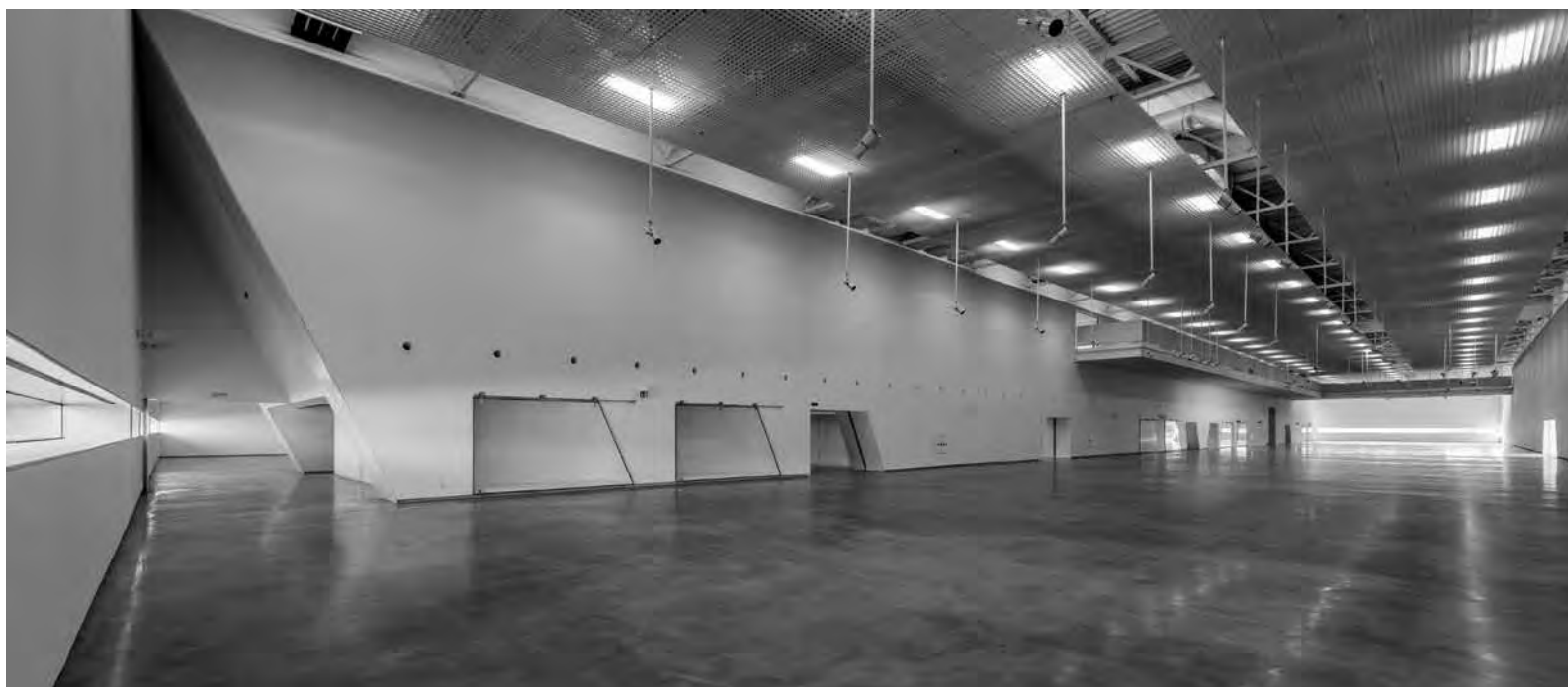
In this zone the supporting metal structure consists of main metal beams spaced at 5.25 m, which bridge the 12 m between the large longitudinal beams, supplemented by secondary profiles at right angles where they support the floor slabs.

At this level, metal walkways are also provided that traverse the naves of the exhibition halls, making the connection to the annex to the north and to the external veranda to the south. These walkways are composed of pairs of HEB550 beams that take advantage of their mixed behaviour to bridge a total span of 18 m.

Exhibition Pavilion – foundations

For the main pillars and cores in reinforced concrete, a solution of indirect foundations was adopted, using reinforced concrete piles cast in the ground, inserted into the volcanic complex with a W4-3 weathering degree and a F5-4 fracturing degree and whose length of insertion varies depending on the loads to be transmitted to the foundation.

The actual length of the piles is between 6 m and 15 m, their diam-



As vigas principais, nos alinhamentos intermédios, encontram-se afastadas de 12 m entre si e apoiam em 4 pilares, formando 3 vãos consecutivos, com 42 m cada. Por sua vez, as vigas dos alinhamentos das fachadas longitudinais, encontram-se afastadas de 18 m, das anteriores e apresentam três apoios, formando dois vãos intermédios com 42 m cada e dois vãos extremos em consola com 21 m cada. Nos dois topos destas vigas situam-se duas vigas trianguladas transversais, com a mesma altura, que fazem o fecho do volume do pavilhão. A corda superior e inferior destas vigas trianguladas é executada em perfis HEB550, que, para além da função estrutural, apresentam ainda um papel arquitetónico, pois nas treliças de topo e extremidade marcam a base e o topo de cada uma das fachadas.

Os montantes e as diagonais são em geral compostos por perfis laminados do tipo H, dispostos com a maior inércia orientada segundo o plano das vigas trianguladas. Os montantes localizados sobre os pilares são compostos por perfis HD400x744, que contrariamente a todos os outros, se encontram orientados com a maior inércia perpendicularmente ao plano das treliças.

A corda inferior das vigas é interrompida nestes montantes, sendo estes prolongados até ao topo dos pilares. Por questões construtivas houve a necessidade de limitar a largura dos montantes e diagonais a 310 mm o que obrigou à consideração de montantes consideravelmente esbeltos. Para minimizar este efeito tira-se partido dos perfis HEA100, das madres de suporte dos revestimentos das fachadas, ligando-os entre si através de chapas metálicas e dando-lhes continuidade na zona dos montantes, o que possibilita uma redução significativa dos comprimentos de encurvadura tirando-se desta forma, um partido mais efetivo da secção dos montantes.

Os montantes das vigas principais asseguram ainda a transmissão das cargas transmitidas por elementos exteriores que a eles estão ligados, como é o caso dos perfis das vigas treliça do pavimento, das vigas metálicas dos pavimentos intermédios, ao nível do piso 2, das vigas treliça da cobertura e ainda dos perfis metálicos da estrutura da varanda exterior, que na fachada sul se penduram na viga estrutural desse alinhamento.

As ligações entre os nós principais destas vigas são soldadas. Os elementos são preparados em fábrica e enviados para a obra isoladamente,

sendo depois já no local da obra, soldados em mesas preparadas para o efeito, de modo a constituir peças passíveis de serem elevadas com as gruas do estaleiro. Finalmente, para conclusão da estrutura, estas peças são colocadas na sua posição final e são soldadas entre si, obviamente sem entretanto esquecer os elementos transversais necessários para assegurar a estabilidade do conjunto durante as várias fases de montagem.

Pavilhão de Exposições - Laje Do Piso 1

A laje do piso 1, situa-se a cerca de 6,50 m do solo e é apoiada num sistema de vigas transversais trianguladas, afastadas de 5,25 m que recebem as madres, em geral afastadas de 2,25 m.

As vigas transversais apoiam-se nas 4 grandes vigas longitudinais, apresentando desta forma 3 vãos, um intermédio com 12 m e dois extremos com 18 m cada. Estas vigas são compostas por cordas, montantes e diagonais em perfis do tipo HEA e HEB e são contínuas sobre os apoios intermédios. Também nos apoios de extremidade se opta pelo prolongamento da corda inferior destas treliças até ao apoio tirando-se partido do encastramento parcial que aí se cria para redução dos comprimentos de encurvadura dos montantes das vigas principais.

Por sua vez, para as madres opta-se pela utilização de perfis IPE140 escorados em dois pontos intermédios por intermédio de diagonais, materializando assim 3 vãos com 1,45 m, 2,35 m e 1,45 m. Ao nível do banzo inferior das treliças transversais, as escoras são travadas com um conjunto de 27 tirantes, que no caso de cargas assimétricas, asseguram a reação necessária para contrariar a componente horizontal da força transmitida pelas escoras. Ao nível da madre, admite-se que o banzo superior será travado pela própria chapa colaborante e que o banzo inferior comprimido, na zona do perfil sobre as escoras, será travado ao bambeamento por intermédio de 10 tirantes a soldar diretamente sobre a face superior do banzo dos perfis das madres.

A laje do piso 1, propriamente dita, apresenta um conjunto de características peculiares que são no fundo o resultado da importância que lhe foi atribuída para resolver um conjunto muito diversificado de situações. De facto, para além das funções estruturais, exige-se que a solução dê resposta

eters varying between 600 mm and 1500 mm. The design considered a permissible stress at the tip of the piles of 4000kPa, and tangential stress values along the length of the insertion of 75kPa.

Annex Building

The annex comprises the construction of two structurally independent bodies, the auditorium and the building that houses the administrative services and the restaurant.

Annex - main structure

In this last volume the main structure consists of a grid of four reinforced concrete frames at right angles to each other, and with axes formed according to the sides of a square, 45 m by 45 m, complemented by two large reinforced concrete shafts housing the vertical accesses by elevators and stairs.

The north and south frames are identical and have two uprights each, near their ends, with a thickness equal to the entire frame, 0.80 m, and variable dimensions in the plane of the frame between 2.00 m along the foundation, increasing to a maximum of 8.00 m in the area of the connection to the intermediate horizontal strut, then reducing to a minimum of 0.80 m at the top. The intermediate horizontal strut is located at about half the height with a rectangular section of 0.80 m x 1.80 m connects the two pillars of each frame.

Perpendicularly to these and supported on the same uprights are the north and south porticos, consisting of pre-stressed reinforced concrete beams, 0.80 m wide and 5.60 m high.

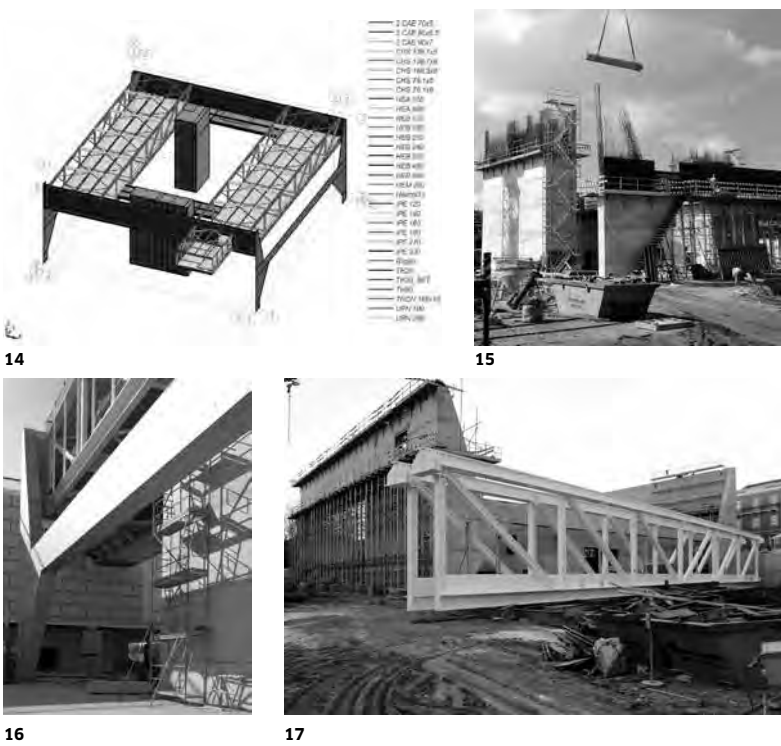
It is by these porticos that the main vertical loads are transmitted from the building to the foundations. Furthermore and although the reinforced concrete shafts absorb a large part of the horizontal loads due to earthquake and wind, the peripheral arrangement of these porticos also enables them to play a key role in controlling the rotational movements of the building.

Annex -restaurant and administration building

The areas that house the restaurant and administration services are on only one level and respective roof area and are a suspended parallel-epiped volume, 45 m long, 11 m wide and about 5 m high. At their ends these volumes are supported on the deep beams that form the east and west concrete frames, thus bridging a total span of approximately 45 m. The main structure of each of these volumes comprises two large parallel triangulated steel beams, 5.50 m high and at intervals of about 11 m.

The structure of the floor rests on these beams and is composed of reconstituted welded profiles arranged perpendicularly to the main beams and aligned according to the position of the vertical bracings of these beams which receive the longitudinal purlins which support the composite floor slab. The roof structure is identical to the floor, while the profiles which constitute it are naturally lighter, because it only has a sheet metal coating. In addition to the structure that assures the transmission of gravity loads to the main beams, horizontal bracings are also provided throughout the floor and roof structure, that ensure the lateral bracing of the main beams.

Each of these two suspended volumes rests on the two large pre-stressed deep beams at only four points, arranged at the ends of the large triangulated beams. These supports are located at the level of the upper chord and employ rigidly controlled neoprene structural bearings. All the vertical loads are transmitted to these supports. Horizontal actions, due to earthquake activity primarily at ground level, in a



longitudinal direction, are considered to be transmitted in part by the structural bearings and in part by a system of shear lugs provided in the lower chord of the main interior beams.

This shear lugs system enables, on the one hand, seismic actions to be transmitted by contact to the north concrete frame or to the south concrete frame, depending on the direction of the actions, and on the other, prevents embedding of the large triangulated beams into the reinforced concrete frame. In the transversal direction, the horizontal loads acting at floor level are transmitted through the same buffer system, as well as through the direct connection planned between the concrete slabs and the reinforced concrete porticos. To avoid undesirable concentration of stresses in the most rigid areas near the uprights, this direct connection of the slab to the porticos is only envisaged for the lower half of the floors.

It should also be noted that the rigidity of the neoprene supports enables them, for quick actions, such as seismic actions, to ensure by distortion the transmission of horizontal loads, and for slow actions, such as temperature variations, that forces are not prevented, which allows the distortion of the structural bearing without the transmission of loads to the supporting element.

Annex - skylight

Between the restaurant and the administration bodies, a metal sheet roof is envisaged, made of a set of parallel V-shaped beams with a maximum width of 1.20 m and about 0.80 m height, made in 6 mm sheet. Near the "V" top end, a 6 mm sheet is also envisaged, welded to the "V" wings, positioned so as to provide a 2% rake that ensures rainwater drainage. The axes of these beams are set about 2.25 m apart, with further sheets between them, arranged at right angles and replicating

Figure 14 - Annex Building - calculation FEM.
Figure 15 - Annex Building - exterior concrete frame under construction.
Figure 16 - Annex Building - view of the South/East column.
Figure 17 - Annex Building - main beams.

às necessidades de isolamento térmico, estabeleça o acabamento final dos pavimentos do museu e permita o embebedimento das tubagens em que circula o líquido radiante que faz a climatização dos espaços.

Uma das premissas fundamentais estabelecida logo desde o início foi a não consideração de juntas de dilatação ou de construção ao longo de toda a área das salas de exposição.

Ao nível da definição do acabamento foram testados durante o desenvolvimento do projeto vários tipos de soluções, recorrendo à execução de amostras de betões polidos com diferentes tipos de inertes e composições. A opção acabou por recair num pavimento com endurecedor de superfície branco, talochado sobre laje maciça em betão branco, que para além de responder às exigências estéticas, apresenta um excelente desempenho como material de pavimento, nomeadamente ao nível das resistências ao impacto e ao desgaste.

Na fase de construção e por razões várias foi posteriormente decidida a execução de uma laje em betão cinzento com endurecedor de superfície e um acabamento final obtido através da aplicação de um selante à base de lítio e posterior polimento. Com esta solução consegue-se uma melhor resistência superficial e estanqueidade e para além disso, a execução do polimento final pode ser realizada no final da construção, possibilitando assim a eliminação ou pelo menos a minimização das marcas das inevitáveis agressões a que o pavimento fica sujeito durante o período de construção.

A constituição desta laje inclui uma chapa de aço perfilada com 1,5 mm de espessura, apoiada nas madres, recebendo o preenchimento dos canaletes com betão leve de argila expandida, um filme de dessolidarização, uma camada de isolamento térmico em poliestireno expandido com 8 cm de espessura e novo filme de dessolidarização sobre o qual é betonada a laje de betão com 15 cm de espessura.

Na laje é embebida a tubagem do pavimento radiante. Para a absorção das cargas horizontais ao nível do pavimento, é proposta a sua ligação ao núcleo central de escadas e ainda a sua ligação à estrutura metálica principal, no terço central da laje, ao longo de uma extensão de 42 m. A libertação da laje nos dois terços extremos resulta da necessidade de reduzir os esforços devidos à retração e às variações térmicas. Para a ação sísmica na direção transversal, os terços extremos da laje funcionam em consola, garantindo por efeito de diafragma, a transmissão das ações horizontais para os apoios fixos dos pilares intermédios e ainda para o núcleo em betão armado da escada E2.

Para limitação e controle da fissuração está prevista a aplicação de um pré-esforço longitudinal e transversal, dimensionado para assegurar uma compressão residual mínima de 1 mPa, para a generalidade das situações. O pré-esforço é aderente com monocordões de “0,6” dispostos em bainhas metálicas centradas e afastadas de 0,40 m, entre si.

Em termos dinâmicos, a laje do piso 1 do pavilhão de exposições caracteriza-se por ter as primeiras frequências próprias compreendidas entre os 3 e os 3,50 Hz, portanto dentro das gamas críticas o que torna a laje suscetível de poder vir a apresentar níveis de vibração desconfortáveis.

Tendo isto em conta foram desenvolvidos vários estudos ao abrigo das mais recentes publicações sobre a matéria, tendo-se concluído que apesar de as frequências próprias se encontrarem dentro da gama crítica, as massas mobilizáveis apresentam valores muito significativos não sendo assim postas em causa as condições de conforto adequadas.

Pavilhão de exposições – piso 2 e cobertura

As lajes do piso 2 desenvolvem-se apenas na nave central, entre as duas grandes vigas longitudinais intermédias e são compostas por lajes mistas

colaborantes que nas zonas correntes apresentam uma espessura de 12 cm, enquanto nas zonas técnicas, para fazer face ao peso dos equipamentos aí previstos, por um lado, e sobretudo para minimizar e controlar a transmissão das vibrações emitidas por esses equipamentos à estrutura principal, se opta pela utilização de lajes com 20 cm de espessura.

Tal como nas salas de exposição também aqui se considera o acabamento direto dos pavimentos em betão através de talochagem mecânica numa primeira fase e posterior polimento após a aplicação prévia de selante à base de lítio.

Nesta zona a estrutura metálica de suporte é constituída por vigas metálicas principais afastadas de 5,25 m que vencem os 12 m entre as grandes vigas longitudinais, complementadas por perfis secundários dispostos ortogonalmente e onde apoiam as lajes de piso.

A este nível são ainda previstos passadiços metálicos que atravessam as naves das salas de exposição fazendo a ligação, ao edifício anexo a norte e à varanda exterior a sul. Estes passadiços são compostos por pares de vigas HEB550 que tirando partido do seu comportamento misto vencem um vão total de 18 m.

Pavilhão de exposições – fundações

Para os pilares principais e núcleos em betão armado adota-se uma solução de fundações indiretas através de estacas em betão armado moldadas no terreno, com encastramento no complexo vulcânico com grau de alteração W4-3 e fracturação F5-4 e cujo comprimento de encastramento varia em função das cargas a transmitir às fundações.

Os comprimentos efetivos das estacas estão compreendidos entre os 6 e os 15 m, variando os diâmetros das estacas entre os 600 e os 1500 mm. No dimensionamento consideram-se tensões admissíveis ao nível da ponta da estaca de 4000kPa e valores de tensão tangencial, ao longo do comprimento de encastramento de 75kPa.

Edifício Anexo

O edifício anexo engloba a construção de dois corpos estruturalmente independentes, o corpo do auditório e o corpo onde se instalam os serviços da administração e restaurante.

Edifício Anexo – estrutura principal

Neste último corpo a estrutura principal é composta por um reticulado de 4 pórticos em betão armado, ortogonais entre si e com eixos dispostos segundo as arestas de um quadrado com 45 m de lado, complementados por dois grandes núcleos de betão armado onde se instalam os acessos verticais por elevadores e escadas.

Os pórticos norte e sul são iguais entre si e apresentam dois montantes, cada, junto às suas extremidades, com uma espessura igual à de todo o pórtico, 0,80 m, e com dimensões no plano do pórtico variáveis entre os 2,00 m junto à fundação, que aumentam para um máximo de 8 m na zona de ligação à travessa intermédia, voltando a diminuir até um mínimo de 0,80 m junto ao topo. A travessa intermédia localiza-se a cerca de meia altura e com uma secção retangular de 0,80 m x 1,80 m e faz a ligação entre os dois pilares de cada pórtico.

Perpendicularmente a estes e com apoio nos mesmos montantes desenvolvem-se os pórticos norte e sul, constituídos por vigas em betão armado pré-esforçadas com 0,80 m de largura e 5,60 m de altura.

.....
Figura 14 – Edifício Anexo – modelo de cálculo.

Figura 15 – Edifício Anexo – estrutura porticada de betão em construção.

Figura 16 – Edifício Anexo – vista do pórtico Sul/Este.

Figura 17 – Edifício Anexo – vigas principais.

the same type of V-shaped beam. This set of right-angled beams enables a number of skylights to be created with a very interesting visual appearance.

Pedestrian Walkway

The pedestrian walkway comprises 3 structurally independent bodies. To the north, still within the confines of the annex, 3 ramp sections provide access to the deck. The first ramp section is in reinforced concrete with deactivated finishing, while the others are a metal structure and bridge a total span of about 37 m, their ends resting on cantilevers embedded into the concrete pillars, which are placed in the gap between the parallel ramp sections. In these sections, the deck's transversal section comprises 4 girders in HEA600 profiles, coupled at points by means of crossbars set 1.50 m apart. The transversal rigidity of the deck is ensured by a cross triangulation system with L90 x 90 x 9 angles. The cladding is made in extended steel plate.

For the transition to the deck, a support with expansion joint is envisaged, which releases the longitudinal displacements of the deck.

The deck has a cross section of the same type, but with only 3 longitudinal beams in HEB600 profiles and covers 7 consecutive spans with total maximum lengths of about 30 m. The support is made in 3.00 m x 0.25 m reinforced concrete walls with which it is embedded in the foundation.

Access through ramps is complemented by direct access from the deck, through stairs to the railway platform and the north pavement of Avenida da Índia, and by lift or stairs to the south pavement of Avenida de Brasília.

The deck's longitudinal bracing is essentially ensured by the structure that makes the stair and elevator shaft frame, where the installation of a vertical bracing system is envisaged, made in triangulated bars. The cross bracing of the deck is ensured by the rigidity that the concrete walls on which it rests have in that direction.

Like what happens near the north abutment, the walkway ends to the south through the unfolding of the access ramps into parallel sections. Here as well, the starting section is made in deactivated reinforced concrete, the others being in metal structure with the same cross section as the deck.

To the north of Avenida da Índia, the access stairway, to be made in exposed white concrete, displays a spiral shape, the connection to the deck being effected through plates and rock bolts embedded into the concrete. This connection does not allow for relative displacements between the stairs and the deck, so the staircase is designed considering the corresponding differential settlements in the longitudinal and transversal directions.

For aesthetical reasons, the option was for a solution for the deck of a marked slenderness, which obliges tuned mass dampers (TMD's) devices to correct fundamental vibrations in the structure to be considered. These devices are installed under the deck, between the girders, and will be calibrated on the basis of confirmed dynamic studies to be carried out after the walkway is constructed.

For the rail guards, the choice is the use of pre-fabricated panels of white concrete, 80 mm thick and maximum lengths of about 2.70 m, fitted into the metal uprights which are previously welded to the deck's girders.

Like in the buildings, an indirect foundation solution is also adopted here, generally through reinforced concrete piles, moulded on site, embedded into the basalt rock mass, with a weathering degree of W4-3



18



19

and F5-4. In the area of the railway platform, the restrictions of available space impose the use of an indirect foundation solution, although using micro-piles.

Hydraulic installations

Hydraulic installations and equipment for the building of the new coach museum were designed so as to fulfil functional needs, complying with comfort, reliability and safety requirements, and considering, whenever possible, options that enhance the sustainability of the new construction.

Water

With regard to water management, for a more efficient and judicious use of this resource, the option was for a mixed supply solution, making use of drinking water only for drinking and applying a system of rainwater harnessing to supply all the equipment that could use water from other sources.

Toilets, urinals and irrigation of outdoor spaces will be primarily supplied from the rainwater reserve. This tank was built in the basement in order to protect the water stored there from thermal variations and light. The design includes a first-flush system to detour the first water, because, as is known, the first minutes of rain contain a more significant pollution charge which is not desirable to have in the tank. Upstream of the water distribution to toilets and urinals, in the supply line between the tanks of raw and treated water, the installation of a filtering and purification system is envisaged to avoid the risk of transmission of any contaminants into the water distribution system.

Rainwater used in the harnessing system is collected on the building roofs and channelled to the tank through a siphonic network (*Pluvia da Geberit*), water from the outside pavements being excluded for this purpose since the level of contamination makes its re-use uninteresting. The whole system has been conceived so as to enable gravity drainage, directly to the public network, from the rainwater storage tank, whenever this is full.

With the harnessing system, the need for water supply from EPAL only occurs from July to September, corresponding to 18% of the total consumption.

Sprinklers and water curtains

With regard to safety, notably to extinguish fires by means of water,

Figure 18, 19 – Annex Pavilion – skylight under construction.
Figure 20 – Annex Pavilion – skylight completed.



20

É por estes pórticos que são transmitidas a generalidade das cargas verticais do edifício para as fundações. Para além disso e apesar de os núcleos em betão armado absorverem uma grande parte das cargas horizontais devidas ao sismo e vento, a disposição periférica destes pórticos faz com que desempenhem também um papel fundamental no controle dos movimentos de rotação do edifício.

Edifício Anexo – volumes do restaurante e administração

As áreas que recebem o restaurante e os serviços da administração, abrangem apenas um piso e respetiva cobertura e materializam um volume paralelepípedo suspenso com 45 m de comprimento, 11 m de largura e cerca de 5 m de altura. Nas suas extremidades estes volumes apoiam nas vigas parede que constituem os pórticos nascente e poente vencendo assim um vão total de aproximadamente 45 m. A estrutura principal de cada um destes volumes é composta por duas grandes vigas metálicas trianguladas paralelas, com 5,50 m de altura e afastadas cerca de 11 m.

A estrutura do pavimento apoia nestas vigas e é constituída por perfis reconstituídos soldados dispostos perpendicularmente às vigas principais e alinhados segundo a posição dos montantes destas vigas, que recebem as madres longitudinais em que apoia a laje mista do pavimento. A estrutura da cobertura é idêntica à do piso, embora os perfis que a constituam sejam naturalmente mais ligeiros, pois apenas recebe uma chapa metálica de revestimento. Para além da estrutura que assegura a transmissão das cargas gravíticas para as vigas principais estão ainda previstos travamentos horizontais ao longo de toda a estrutura de pavimento e cobertura, que asseguram o travamento lateral das vigas principais.

Cada um dos dois volumes suspensos, apoia nas duas grandes vigas pré-esforçadas em apenas 4 apoios, dispostos na extremidade das grandes vigas trianguladas. Estes apoios situam-se ao nível da corda superior e são materializados por aparelhos de apoio de neoprene com rigidez controlada. Por estes apoios é transmitida a totalidade das cargas verticais. As ações horizontais, devidas ao sismo atuam fundamentalmente ao nível do piso, considerando-se que na direção longitudinal são transmitidas em parte pelos aparelhos de apoio e em parte por um sistema de batentes previsto na corda inferior das vigas principais interiores.

Este sistema de batentes permite, por um lado, que por contacto o sismo seja transmitido para o pórtico norte ou para o pórtico sul, consoante a direção de atuação das ações e por outro lado, evita o encastramento das grandes vigas trianguladas nos pórticos de betão armado. Na direção transversal as forças horizontais atuantes ao nível do piso são transmitidas pelo mesmo sistema de batentes, bem como pela ligação direta prevista entre as lajes de betão e os pórticos de betão armado. Para evitar a concentração indesejável de tensões nas zonas mais rígidas

junto aos montantes esta ligação direta da laje aos pórticos apenas se considera na metade interior dos pavimentos.

Importa ainda referir que a rigidez dos apoios em neoprene permite que para as ações rápidas, como é o caso da ação sísmica, assegurem por distorção a transmissão das forças horizontais e que para as ações lentas, como é o caso das variações de temperatura os esforços não sejam impedidos permitindo assim a distorção do aparelho de apoio sem transmissão de forças para o elemento de suporte.

Edifício Anexo – claraboia

Entre os volumes do restaurante e administração está prevista a execução de uma cobertura em chapa metálica constituída por um conjunto de vigas paralelas em forma de “V”, com 1,20 m de largura máxima e cerca de 0,80 m de altura, executadas com chapa de 6 mm. Perto da extremidade superior do “V” está prevista uma chapa também de 6 mm soldada às abas do “V” colocada de modo a materializar uma pendente de 2% que assegure a o escoamento das águas pluviais. Os eixos destas vigas encontram-se afastados de aproximadamente 2,25 m, existindo entre elas outras chapas, dispostas ortogonalmente e que reproduzem o mesmo tipo de viga em forma de “V”. Este conjunto de vigas ortogonais permite criar um conjunto de claraboias com um aspeto visual muito interessante.

Passagem Pedonal

A passagem pedonal é constituída por 3 corpos estruturalmente independentes. A norte e ainda dentro dos limites do edifício anexo desenvolvem-se 3 tramos de rampas por onde se faz o acesso ao tabuleiro. O primeiro tramo de rampa é em betão armado com acabamento desativado, enquanto os restantes são em estrutura metálica e vencem um vão total de aproximadamente 37 m, apoiando nas suas extremidades em consolas encastradas nos pilares em betão que se implantam na folga que existe entre os tramos de rampas paralelas. Nestes tramos, a secção transversal do tabuleiro é composta por 4 longarinas em perfis HEA600 unidas pontualmente por travessas afastadas cerca de 1,50 m. A rigidez transversal do tabuleiro é garantida por um sistema de triangulação cruzado com cantoneiras L90 x 90 x 9. O revestimento é feito com chapa de aço distendida.

Na transição para o tabuleiro, está previsto um apoio com junta de dilatação que liberta os deslocamentos longitudinais do tabuleiro.

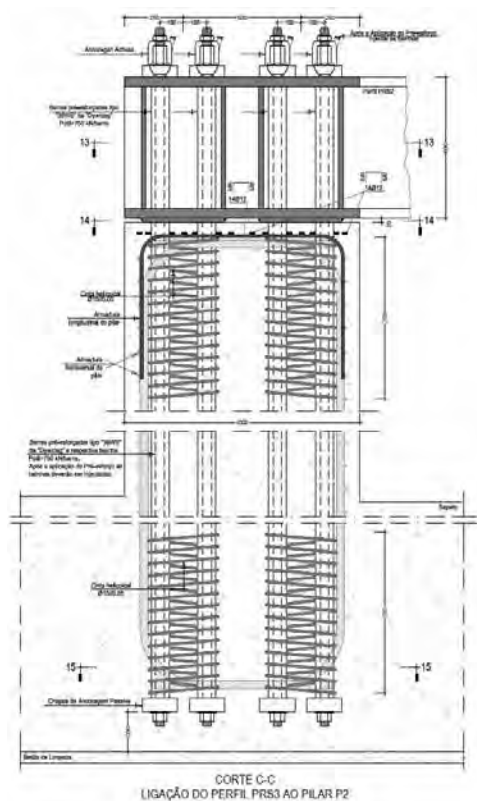
O tabuleiro apresenta uma secção transversal do mesmo tipo, mas com apenas 3 vigas longitudinais em perfis HEB600 e desenvolve-se ao longo de 7 vãos consecutivos com comprimentos totais máximos da ordem dos 30 m. O apoio é feito em lâminas de betão armado com 3,00 m x 0,25 m que se encontram encastradas na fundação.

Os acessos pelas rampas são complementados por acessos diretos a partir do tabuleiro, por escadas ao cais ferroviário e ao passeio norte da avenida da Índia e por elevador e escadas ao passeio sul da avenida de Brasília.

O travamento longitudinal do tabuleiro é garantido fundamentalmente pela estrutura que materializa o pórtico da caixa de elevadores e escadas e onde se prevê a instalação de um sistema vertical de travamento materializado por intermédio de barras trianguladas. O travamento transversal do tabuleiro é assegurado pela rigidez que as lâminas em que apoia apresentam nessa direção.

À semelhança do que acontece junto ao encontro norte, a sul, a chegada da passagem desenvolve-se através de um desdobramento das

Figura 18, 19 – Edifício Anexo – claraboias em construção.
Figura 20 – Edifício Anexo – claraboia concluída.



21



22



23

the building includes, in addition to a fire fighting system (RIA), a sprinkler and water curtain system, supported by a 260 m³ water reserve and two independent pumping groups (one for the RIA and the other for the sprinklers and the water curtains).

In the exhibition hall, at ground level, comprising the workshops and the other supporting areas, a wet-type sprinkler system is envisaged. In this type of installation, the system will work under load, so the system is activated as soon as the sprinkler's bulb reaches the predefined temperature.

In the museum areas, owing to the specificity and value of the exhibits, the option was for the installation of a double interlock pre-action sprinkler system. In this way, it is possible to avoid accidental damage from water, both in the piping system and in the sprinklers. Two events are needed for a delivery of water to occur: an alarm signal from the fire detectors and the operation of a sprinkler. If the alarm is activated but the sprinkler does not enter into operation, the water is not supplied to the piping system nor does it reach the sprinklers. If a sprinkler enters into operation, but there is no alarm, the water does not enter the system either.

On level 2 of the annex, the installation of a water curtain-type instant flooding system is also envisaged, consisting of an open sprinkler network capable of causing the façade structure to cool down, since for architectural reasons, it has no other fire protection system.

This system comprises a section of metal piping, laid down on the inside of the top of the structure, where the full cone nozzles required to ensure the formation of an even water curtain are placed.

Electrical, telecommunications and active safety installations

The approach to the design of the electrical, telecommunications and safety installations and equipment fits into the level of excellence de-

finied for the building, and so technical accuracy, innovation, system optimisation and, in particular, their integration into the architecture, were the main constraints.

It should be noted that it was an architectural choice to expose the various elements of the technical installations, and this required special care in developing the layouts and designing the systems so as to achieve a pleasant and thoughtful end result. In view of the amount of networks envisaged for the spaces in general, a colour code was established to facilitate identification of the various networks, referring to the specific function of each:

- . Orange: Electrical installations and equipment;
- . White: Mechanical installations and equipment;
- . Red: Fire fighting systems;
- . Black: Hydraulic installations;

In general, the underside of the suspended ceilings is finished with a metal grid, with a 10 x 10 cm mesh, mainly intended to demarcate the space for infrastructure, as well as to achieve a sense of continuity. Bearing this in mind, the overall lighting solution considered the installation, over the industrial-type lighting grid, of a polycarbonate housing, which in addition to giving it a high IP, also reduces the frequency of maintenance, with a high performance reflector, equipped with T5-HO bulbs (High Output) and electronic ballasts.

In the exhibition halls, given that the coaches are highly sensitive to UV radiation, an overall lighting was calculated for the spaces of about 100-150 lux, reinforced at points by spotlights equipped with appropriate filters and fitted with the Globe system, with an adjustable focus, which enables forms to be defined with high precision at considerable distances.

Figure 21 - Annex Building - cycle walkway pretensioned column detail.
Figure 22, 23 - Annex Building - cycle walkway column.

rampas de acesso em tramos paralelos. Também aqui o tramo de arranque é executado em betão armado desativado sendo os restantes executados em estrutura metálica de secção transversal igual à do tabuleiro.

A norte da avenida da Índia a escada de acesso, a executar em betão branco aparente, apresenta uma configuração helicoidal, sendo a ligação ao tabuleiro materializada por intermédio de chapas e chumbadouros embebidos no betão. Esta ligação não permite deslocamentos relativos entre a escada e tabuleiro pelo que se dimensiona a escada considerando os correspondentes assentamentos diferenciais nas direções longitudinal e transversal.

Por questões estéticas opta-se por uma solução de tabuleiro caracterizada por uma elevada esbelteza, o que obriga à consideração de dispositivos de amortecimento para correção das vibrações fundamentais da estrutura. Estes dispositivos são instalados sob o tabuleiro, entre as vigas longarinas e serão calibrados com base na confirmação dos estudos dinâmicos a realizar já após a construção da passagem.

Para as guardas opta-se pela utilização de painéis pré-fabricados em betão branco com 80 mm de espessura e comprimentos máximos da ordem dos 2,70 m encaixados nos prumos metálicos que se soldam previamente às longarinas do tabuleiro.

À semelhança dos edifícios também aqui se adota uma solução de fundações indiretas, em geral por estacas em betão armado moldadas no terreno, encastrando em maciço basáltico com grau de alteração W4-3 e F5-4. Na zona da plataforma ferroviária as limitações em termos de área disponível para a execução dos trabalhos impõe a utilização de uma solução também por fundações indiretas, mas com recurso a microestacas.

Instalações hidráulicas

As instalações e equipamentos hidráulicos do edifício do novo museu dos coches foram projetadas de forma a dar cumprimento às exigências funcionais, atendendo a requisitos de conforto, fiabilidade e segurança, ponderando, sempre que possível, opções que potenciem a sustentabilidade da nova construção.

Água

No capítulo da gestão da água, de modo a permitir o uso deste recurso de forma mais eficiente e criteriosa, optou-se por prever uma solução de abastecimento misto, fazendo uso da água potável apenas para fins potáveis e recorrendo a um sistema de aproveitamento de águas pluviais para abastecimento de todos os dispositivos que possam usar água de outras origens.

Sanitas, urinóis e rega de espaços exteriores serão abastecidos prioritariamente a partir da reserva de água da chuva. Este reservatório foi construído em cave de modo a proteger a água aí armazenada das variações térmicas e da luz. O projeto inclui um sistema de first-flush para desvio das primeiras águas, uma vez que, como se sabe, os primeiros minutos de chuva arrastam uma carga de poluição mais significativa que é indesejável reter no reservatório. A montante da distribuição de água para sanitas e urinóis, na linha de abastecimento entre reservatórios de água bruta e água tratada, prevê-se a instalação de um sistema de filtração e desinfecção prevenindo o risco de transmissão de eventuais contaminantes para a instalação de distribuição de água.

As águas da chuva usadas no sistema de aproveitamento são captadas nas coberturas do edifício e conduzidas ao reservatório por intermédio de uma rede sifónica (*Pluvia da Geberit*), excluindo-se para este fim as águas dos pavimentos exteriores atendendo a que o nível de contaminação as torna pouco interessantes para reutilização. Todo o sistema

foi pensado de modo a permitir o escoamento gravítico, direto à rede pública, do reservatório de armazenamento da água da chuva sempre que este se encontre cheio.

Com o sistema de aproveitamento, a necessidade de abastecimento de água da EPAL verifica-se apenas nos meses de julho a setembro, correspondendo a 18% do consumo total.

Sprinklers e cortinas de água

Na vertente da segurança, nomeadamente na extinção de incêndio por água, o edifício inclui, para além de uma rede de incêndio armada (RIA), um sistema de *sprinklers* e cortinas de

água suportados por uma reserva de água de 260 m³ de água e dois grupos de bombagem autónomos (um para a RIA e outro para *sprinklers* e cortinas de água).

No pavilhão de exposições, ao nível do piso 0, que engloba as oficinas e restantes áreas de apoio, será previsto um sistema de *sprinklers* do tipo húmido. Neste tipo de instalação, o sistema funcionará em carga, pelo que basta que a ampola do *sprinkler* atinja a temperatura pré-determinada para que o sistema seja ativado.

Nas áreas correspondentes ao museu, devido à especificidade e valor das obras em exposição, optou-se pela instalação de um sistema de *sprinklers* de pré-ação por interbloqueio duplo. Desta forma é possível evitar danos acidentais com água quer no sistema de tubagem quer nos *sprinklers*. São necessários dois acontecimentos para que haja descarga de água: que seja dado um alarme através dos detetores de incêndio e que um *sprinkler* se rompa. Assim, se o alarme é ativado mas o *sprinkler* não se rompe, a água não vai para o sistema de tubagem nem chega aos *sprinklers*. Se um *sprinkler* se rompe mas não há alarme a água também não sai para o sistema.

No piso 2 do edifício anexo prevê-se ainda a instalação de um sistema de inundação instantânea do tipo cortina de água, constituído por uma rede de *sprinklers* abertos capazes de provocar o arrefecimento da estrutura da fachada, que por motivos de ordem arquitetónica, não têm outro tipo de proteção contra o fogo.

Este sistema é constituído por um troço de tubagem metálica colocado no topo da estrutura pelo lado interior, onde são colocados os difusores de cone cheio necessários para garantir a formação de uma cortina de água uniforme.

Instalações elétricas, de telecomunicações e segurança ativa

A abordagem ao projeto de instalações e equipamentos elétricos, de telecomunicações e de segurança procurou enquadrar-se no quadro de excelência que se estabelece para o edifício, tendo então, o rigor técnico, a inovação, a otimização dos sistemas e em especial a integração com a arquitetura, sido as suas condicionantes máximas.

Salienta-se o facto de, por opção da arquitetura, se considerarem expostos os diversos elementos das instalações técnicas o que obrigou a um particular cuidado no desenvolvimento dos traçados e na conceção dos sistemas com o objetivo de obter um resultado final agradável e cuidado. Face à quantidade de redes previstas para a generalidade dos espaços, estabelece-se um código de cores que facilita a identificação das várias redes, reportando cada uma à sua especialidade:

- Cor de Laranja: Instalações e equipamentos elétricos;
- Branco: Instalações e equipamentos mecânicos;

.....
Figura 21 – Edifício Anexo – detalhe do pilar da passagem superior pedonal e ciclável.
Figura 22, 23 – Edifício Anexo – pilar da passagem superior pedonal e ciclável.

To suspend the spotlights, as well as all other equipment which, owing to conceptual requirements, cannot be placed above the grid (such as speakers, video projectors, etc.), a detachable suspension system was created, which allows for its easy relocation to any of the grid “squares”.

To reconcile constructive issues and the required widths for installing ventilation ducts and other infrastructure, the option was for the use of very thick false interior walls along which the various technical systems required are distributed. These walls are used to locate larger equipment, such as electrical cabinets and some local supply and control equipment, as well as to install the museum’s display cases which are lit internally by fluorescent tubes and directional LEDs.

The design of the elevators, with a special focus on the two main lifts, capable of carrying 65 people at a time, considered that they represent the “21st century coach”, the ride offering a first display of the museum, through the openings in the cabin which provide a view to the inside of the “suspended ceiling”.

With regard to telecommunications, a category 6 UTP cable and fibre optic structured network was created, covering the whole space, enabling changes to be implemented at any time in a simple way, such as proposed for museum content shown through various multimedia equipment, whose location is easily adaptable since they rely on solutions centralised at the servers.

Regarding security, in view of the valuable collection on display, as well as the experience of the existing museum, a configurable CCTV system was implemented, enabling the functions of control of people and intruders to be combined, as well as the continuous recording of images from the various spaces. In the exhibition halls, the DOME-type CCTV cameras, with HD varifocal lenses, allow for the definition of a perimeter around a certain object (a coach, for instance), which it is proposed to coincide with the lettering elements of the museum project, in which, should a violation of this virtual barrier occur, an automatic alarm signal is triggered at the main security station. This system will reduce the need for local surveillance, in addition to optimising remote surveillance.

Mechanical installations

The current National Coach Museum in Lisbon “preserves today one of the most important and valuable collections of its kind in the world” (quoting Simonetta Luz Afonso).

The purpose of a museum is to preserve for future generations artefacts, materials and historical information, but also to provide access to this heritage for present generations, and making it attractive.

Air conditioning systems take on an important role to achieve these aims, since they can contribute to minimising the deterioration of the collections, although at the other end of the spectrum, if incorrectly configured with regard to temperature and air humidity, they can actually accelerate this deterioration.

Different types of materials require different optimum levels of humidity for their preservation. Collections including different types of artefacts or materials require, therefore, a compromise as to the value of air humidity to be provided. On the other hand, in the case of collections that have never been in a very controlled environment, a very tight control of these parameters may actually be counterproductive.

The project for the Mechanical Installations and Equipment (HVAC) is intended to propose solutions which provide the museum with comfortable conditions for the various usage situations but also the thermal and hygrometric conditions required for the preservation of the collection,

in the light of a compromise between preservation and human comfort for the exhibition, storage and restoration spaces, and thermal comfort in the auditorium, the access areas to the museum, as well as ensuring normal and emergency ventilation for those spaces that so require, and the production of hot sanitary water, according to the needs defined. All this always from the point of view of energy optimisation and associated operational costs.

HVAC systems

The design of the environmental treatment systems seeks to meet the diversity of thermal demands, brought about by the functions of the different areas that make up the building, notably exhibition and storage spaces, restoration rooms/workshops, auditorium, administrative offices and restaurant spaces.

Humidity control is paramount in museums and aims especially at ensuring that materials:

- . do not absorb or promote water condensation which might accelerate adverse chemical reactions or microbiological attacks;
- . do not become dehydrated, losing their mechanical resistance and/or flexibility.

The degree of deterioration of the materials is not only a result of the level of humidity, but also the frequency and the cycle of its variation.

Since the ideal values for the temperature and humidity parameters are different according to the materials to preserve and not always consensual, it is fundamental that the client and/or the collection curator have their say on the values of the temperature/humidity interaction which are acceptable for the exhibition, restoration and storage areas of the Coach Museum and on the different solutions proposed and compromises adopted, since this is essential to validate the costs of air conditioning systems, as well as the costs associated with architecture and the other trades, owing to the impact that certain changes to these assumptions may entail.

Most artefacts are preserved under good conditions for relative humidity values between 30% and 60%, provided that the variation between these two extremes is gradual, i.e. greater than a few weeks. It should be noted that these values are perfectly consistent with human thermal comfort.

On the other hand, a very strict control of ambient conditions, particularly relative humidity, entails very high costs, both in terms of the initial investment, and especially future operational costs.

Therefore, we propose some compromise solutions in order to optimise the initial investment/future operational cost ratio, without neglecting the aims defined for the HVAC design: to preserve the collection, thermal comfort and indoor air quality.

The systems are not over-sized and give priority to their centralisation, with an appropriate scaling of the thermal power ratings required, either for cold or heat, and a careful selection that favours energy efficiency and safety in the environment.

The functional organisation of the buildings is taken into due consideration, allowing for an appropriate hierarchy of ambient treatment levels, also from a perspective of ease of operation and maintenance.

Energy Systems

The energy systems were envisaged according to temperature and humidity requirements, the balance shown as regards thermal heating and cooling loads, but also the specific use of the spaces.

As a basic solution, we propose the use of refrigerated and heated

- . Vermelho: Instalações de extinção/combate de incêndio;
- . Preto: Instalações hidráulicas;

A generalidade dos tetos falsos é encerrada inferiormente gradil metálico, com malha de 10 x 10 cm, pretendendo-se com este gradil sobretudo a delimitação do espaço destinado às infra-estruturas bem como a obtenção de uma leitura de continuidade. Tendo isto em consideração a solução de iluminação geral considera a instalação, sobre o gradil de luminárias do tipo industrial, com caixa em polycarbonato que além de lhe conferir um IP elevado também reduz a periodicidade de necessidade de manutenção, com refletor de alto rendimento, equipadas com lâmpadas T5-HO (*High Output*) e com balastros eletrónicos.

Nos salões de exposição, e uma vez que os coches são altamente sensíveis às radiações UV, foi calculada uma iluminação geral dos espaços na ordem dos 100-150 lux sendo esta iluminação reforçada muito pontualmente com recurso a projetores equipados com filtros adequados e dotados de sistema *Globe*, com *focus* regulável o que permite definir formas com elevada precisão a distâncias consideráveis.

Para suspender os projetores de luz, bem como todos os restantes equipamentos que por necessidades conceptuais não se podem localizar acima do gradil (tais como colunas de som, projetores de vídeo, etc, foi criado um sistema de pendurais desmontáveis, o que permite a sua fácil realocação em qualquer um dos “quadrados” do gradil.

Conciliando questões construtivas com as larguras necessárias para a instalação de condutas de ventilação e outras infraestruturas optou-se pela utilização de paredes interiores falsas de grande espessura por onde se distribuem as várias instalações técnicas necessárias. Estas paredes são utilizadas para localizar equipamentos de maiores dimensões como quadros elétricos e alguns equipamentos locais de alimentação e comando, bem como para a instalação das vitrines do museu que se iluminam internamente com recurso a lâmpadas fluorescentes e *LEDs* orientáveis.

A conceção dos elevadores, com especial enfoque nos dois elevadores principais, capazes de transportar 65 pessoas em cada viagem, foi feita considerando que estes representam o “coche do século XXI”, transformando a viagem num primeira exposição das instalações do museu, pela abertura de vãos nas cabines, que permitem ver para o interior do “teto falso”.

No capítulo das telecomunicações foi criada uma rede estruturada em fibra ótica e cabo UTP/de categoria 6/, que cobre a totalidade dos espaços, permitindo assim que em qualquer altura possa ser implementadas alterações de forma simples, tal como se propõe para os conteúdos da museologia, apresentados através de diversos equipamentos multimédia, sendo a localização destes facilmente adaptável, uma vez que recorrem a soluções centralizadas nos servidores.

No capítulo da segurança, e dado o valor da coleção a expor, bem como a experiência do museu existente, foi implementado um sistema de CCTV parametrizável, o que permite aliar funções de controlo de pessoas e controlo de intrusão, bem como o registo contínuo das imagens dos diversos espaços. Nas salas de exposição as câmaras de CCTV, do tipo DOME, com lentes HD varifocais, permitem a definição de um perímetro em torno de um determinado objeto (por exemplo de um coche!), que se propõe seja coincidente com os elementos do *lettering* do projeto de museologia, em que caso haja uma violação dessa barreira virtual, dá um alarme automático na central de segurança. A implementação deste sistema reduzirá a necessidade de vigilância local, bem como otimizar a vigilância remota.

Instalações mecânicas

O atual Museu Nacional dos Coches em Lisboa “conserva hoje uma das mais importantes e valiosas coleções do género do mundo” (citando Simonetta Luz Afonso).

O propósito de um museu é o da preservação para as gerações futuras de artefactos, materiais e informação históricas mas, também, o de proporcionar e tornar apelativo o acesso àquele património às gerações presentes.

Os sistemas de climatização assumem um papel importante no alcance dos objetivos acima identificados, já que, podem contribuir para minimizar a degradação do espólio mas, em oposição, se incorretamente parametrizados no que respeita à temperatura e humidade do ar, podem até contribuir para a aceleração da sua degradação.

Diferentes tipos de materiais requerem diferentes níveis ótimos de humidade para a sua conservação. Coleções com diferentes tipos de objetos ou materiais requerem, por isso, uma situação de compromisso quanto ao valor de humidade do ar a garantir. Por outro lado, no caso de coleções que nunca tenham estado sobre um ambiente muito controlado, o controlo muito apertado daqueles parâmetros poderá, até, ser contraproducente.

O projeto Instalações e Equipamentos Mecânicos – AVAC – tem como intuito propor soluções que permitam dotar o novo Museu de sistemas de tratamento ambiente que promovam as condições de conforto nas diversas situações de utilização mas, também, as condições termo higrométricas específicas à conservação do espólio, numa base de compromisso conservação de espólio/conforto humano para os espaços de exposição e armazenamento e restauro, e de conforto térmico do auditório, das áreas de acesso ao museu, das áreas administrativas, dos espaços comerciais e de restauração, assim como, garantir a ventilação normal e de emergência dos espaços que assim o exijam e ainda a produção de água quente sanitária de acordo com as necessidades perspetivadas. Sempre numa perspetiva da otimização energética e dos custos de exploração associados.

Os sistemas AVAC

A conceção dos sistemas de tratamento ambiente visa, então, responder à diversidade de solicitações térmicas originadas pela funcionalidade das diferentes áreas que compõem o edifício, tão diversas como: espaços de exposição, armazenamento, salas de restauro/oficinas, auditório, espaços administrativos e espaços de restauração.

Nos museus, o controlo de humidade é importante e tem como objetivos principais assegurar que os materiais:

- . não absorvem ou não promovem a condensação de água que acelerem reações químicas adversas ou ataque microbiológico;
- . não desidratem perdendo a sua resistência mecânica e/ou flexibilidade.

O grau de deterioração dos materiais é, não só, função do nível de humidade mas, também, da frequência e do ciclo da sua variação.

Como os valores ideais dos parâmetros, temperatura e humidade, são diferenciados em função dos materiais a conservar e, por outro lado, nem sempre são consensuais, é fundamental que o dono de obra e/ou o conservador da coleção se pronunciem sobre os valores do binómio temperatura/humidade aceitáveis para as áreas de exposição, restauro e armazenamento do Museu dos Coches e sobre as diferentes soluções propostas e dos compromissos assumidos, uma vez que, tal é essencial à validação dos custos associados aos sistemas de climatização mas, também, dos custos associados à arquitetura e restantes especialidades, pelo impacto que algumas alterações naquelas assunções podem representar.

A maioria dos artefactos conserva-se em boas condições para valores de humidade relativa entre 30 e 60%, desde que a variação entre aqueles



24



25



26

water production groups, commercially called heat pumps by air condensation of the air/water type.

In view of the different usages, both in terms of time and function, and also the possibility of operation by third parties, eight heat pumps are envisaged, albeit with totally different power ratings and independent operation. The most powerful ones are linked to the ambient treatment of the Exhibition Hall, with the exception of the cafeteria and the storage area, which have a different dedicated small-scale heat pump. The other four heat pumps are also small-scale and are associated with the auditorium, the administrative offices, the restaurant and the store in the Annex, respectively.

In the case of the two heat pumps for the Exhibition Hall, bearing in mind that this is a building with large spaces and rather demanding humidity control requirements, there are heating needs throughout the year, albeit residual in the colder season, so we considered it appropriate to use energy recovery by thermal heat rejection from the cooling of the heat pump condenser in the chiller version.

Conversely, due to the same need for humidity control and any cooling requirements, even in winter, when the heat pump is working in heating mode, the cold thermal rejection energy from the heating of the evaporator is also recovered, thus increasing the global efficiency of the energy system.

The heat pumps, interconnected to the various items of equipment, promote environmental cooling and heating and air de-humidification, as well as air re-heating in the cooling period.

Solar energy is the basis for the preparation of sanitary hot water for consumption through the use of thermal solar panels, in compliance with national legislation, RSECE, but also the latest European Directive on targets to be attained for renewable energies.

Environmental Treatment Systems

The environmental treatment systems are designed in an integrated manner, seeking energy efficiency and sustainability and minimising their impact on the environment, in order to promote:

- the temperature and humidity conditions and the level of filtering defined, both for thermal human comfort, and for the preservation of the collection.
- the indoor ambient air quality, i.e. by ensuring efficient ventilation.

The main thing is to simplify solutions and to optimise the technical and economic relationship which will impact both on the reduction of the initial investment and especially on the decrease of energy consumption and future operational costs.

Without elaborating too much on the systems envisaged, we summarise below the solutions proposed for the most relevant spaces with regard to the functions of the building:

rise below the solutions proposed for the most relevant spaces with regard to the functions of the building:

- Exhibition spaces** – In view of the geometry of the spaces and, particularly the considerable ceiling height, the environmental treatment is jointly ensured by radiant floors and specific air treatment units, both with operation and temperatures very close to set-point temperatures, decreasing the thermal stress on the exhibits. This combination, associated with air blowing at a relatively low level, enables a volume control to be created which guarantees comfort conditions for all the spaces.
- Auditorium** – Environmental treatment is ensured by a displacement-type solution, taking advantage of load transfer by natural convection to unoccupied higher levels. Thermally treated air blowing is done under the boilers at a very low speed and with a low temperature gradient, ensuring indoor air quality and thermal load removal, and extraction is carried out at a high level.
- Administrative area and shop** – Thermally treated new air blowing, ensuring indoor air quality and local terminal units for removal of the thermal load.
- Restaurant and cafeteria areas** – Heat pumps associated with new air treatment units, ensuring the required new air flow for each space for hygiene reasons and the removal of thermal loads. Specific ventilation systems are also envisaged, thus ensuring indoor air quality, notably through extraction localised in areas of high pollutant generation, such as the kitchen and the cafeteria.
- Installation Control** – For the control of the Installations in the New Coach Museum, a centralised technical management system (CTM) is envisaged. The adoption of a CTM system enables systems to be adjusted over time to the actual needs of the building. This will mean a more efficient use of energy and less wasted resources.

Figure 24 – Annex Building – auditorium HVAC ducts.

Figure 25 – Exhibition Pavilion – radiant floor heating pipes.

Figure 26 – Exhibition Pavilion – radiant floor heating distribution manifold.

extremos seja gradual, isto é, superior a algumas semanas. Refira-se que aqueles valores são perfeitamente compatíveis com o conforto térmico humano.

Por outro lado, um controlo muito rigoroso das condições ambiente, em particular da humidade relativa, tem custos associados muito elevados, quer ao nível do investimento inicial, quer em especial ao nível dos custos de exploração futuros.

Pelo que, propomos algumas concessões de compromisso no sentido de otimizar a relação investimento inicial/custos de exploração futuros sem, no entanto, descorar os objetivos a que o projeto de AVAC se propõe: conservação de espólio, conforto térmico e qualidade do ar interior.

Os sistemas são concebidos sem sobredimensionamentos e privilegiando a sua centralização, procedendo-se ao adequado escalonamento das potências térmicas requeridas, quer de frio, quer de calor, e a uma cuidada seleção que privilegie a eficiência energética e a inocuidade para com o ambiente.

É tomada em devida consideração a organização funcional dos edifícios, permitindo uma hierarquização adequada dos níveis de tratamento ambiente, também, numa perspetiva de simplicidade da condução e manutenção.

Sistemas Energéticos

Os sistemas energéticos previstos são em função dos requisitos de controlo de temperatura e humidade, do equilíbrio demonstrado no que se refere às cargas térmicas de aquecimento e arrefecimento mas, também, à especificidade de exploração dos espaços.

Propomos, como solução base, o recurso a grupos produtores de água refrigerada e aquecida, comercialmente designados por bomba de calor, por condensação a ar, do tipo ar/água.

Face à utilização diferenciada, quer temporal, quer funcional, quer, ainda, à possibilidade de exploração por entidades terceiras, estão previstas oito bombas de calor, ainda que, com potências totalmente distintas e funcionamento autónomo. As de maior potência estão associadas ao tratamento ambiente do Pavilhão de Exposições, exceto a cafetaria e reservas que tem dedicado uma outra bomba de calor de pequenas dimensões. As outras quatro bombas de calor são, igualmente, de pequena dimensão e são associadas, respetivamente, ao auditório, à área administrativa, restaurante e à loja do Edifício Anexo.

No caso das duas bombas de calor afetas ao Pavilhão de Exposições, tomando em consideração que estamos perante um edifício com grandes espaços com necessidades de controlo de humidade bastante exigentes, existem, ao longo de todo o ano, necessidades em aquecimento, ainda que residuais na época de arrefecimento, considerámos oportuno o recurso à recuperação da energia de rejeição térmica quente proveniente do arrefecimento do condensador da bomba de calor em versão *chiller*.

Em situação inversa, devida à mesma necessidade de controlo de humidade e a eventuais necessidades em arrefecimento mesmo em período de inverno, quando a bomba de calor está funcionar em modo de aquecimento, a energia de rejeição térmica fria proveniente do aquecimento do evaporador é, também, objeto de recuperação, aumentando, assim, a eficiência global do sistema energético.

As bombas de calor, em interligação com os diferentes equipamentos, promovem o arrefecimento e aquecimento ambiente e a desumidificação do ar e, ainda, o reaquecimento do ar em período de arrefecimento.

A energia solar é a base da preparação da água quente sanitária de consumo mediante a utilização de painéis solares térmicos, indo ao encontro da legislação nacional, o RSECE, mas também da mais recente

Diretiva Europeia no que se refere às metas que se propõe atingir quanto à energia de origem renovável.

Sistemas de Tratamento Ambiente

Os sistemas de tratamento ambiente são concebidos de uma forma integrada visando a eficiência energética e a sustentabilidade, minimizando o seu impacto negativo no ambiente, no sentido de promover:

- as condições de temperatura, humidade e grau de filtragem estabelecidos quer para o conforto térmico humano, quer para conservação de espólio.
- a qualidade do ar ambiente interior, isto é, garantindo uma eficiente ventilação.

Importa, acima de tudo, simplificar as soluções e otimizar a relação técnico/económica que se refletirá, quer ao nível da redução do investimento inicial, quer, em especial, ao nível da redução dos consumos energéticos e dos custos de exploração futuros.

Sem pretender uma descrição exaustiva dos sistemas previstos, apresenta-se de uma forma sumária as soluções previstas para os espaços mais relevantes no conteúdo do funcional do edifício. Assim, resumidamente:

- Espaços de exposição – Face à geometria dos espaços e em particular ao elevado pé direito, o tratamento ambiente é garantido conjuntamente por pavimentos radiantes e por unidades de tratamento de ar específicas, ambos com funcionamento a temperaturas muito próximas das temperaturas de set-point, diminuindo o *stress* térmico dos materiais expositivos. Aquela conjugação à qual se associa a insuflação de ar a um nível relativamente baixo, permite criar um *volume control* onde são garantidas as condições de conforto e não à totalidade do volume dos espaços.
- Auditório – O tratamento ambiente é garantido por uma solução do tipo *displacement* tirando partido da transferência das cargas por convecção natural para níveis superiores não ocupados. A insuflação de ar termicamente tratado é realizado por sob as cadeiras, a uma velocidade muito reduzida, e com um gradiente de temperatura baixo, garantindo a qualidade do ar interior e a remoção da carga térmica, e a extração é realizada a nível alto.
- Área administrativa e loja – Insuflação de ar novo termicamente tratado, garantindo a qualidade do ar interior e unidades terminais locais para remoção da carga térmica.
- Áreas de restauração e cafetaria – Bombas de calor em associação a unidades de tratamento de ar novo, garantindo o caudal de ar novo requerido para cada espaço por questões higiénicas e a remoção das cargas térmicas. São, ainda, previstos sistemas de ventilação específicos garantindo-se, assim, a qualidade do ar interior, nomeadamente, mediante a exaustão localizada nas zonas de forte geração de poluentes, tais como, cozinha e cafetaria.
- Controlo das Instalações – Para o controlo das Instalações do Novo Museu dos Coches está previsto um sistema de gestão técnica centralizada (GTC). A adoção de um sistema de GTC permite uma adequação dos sistemas no tempo às reais necessidades do edifício. Tal traduzir-se-á por uma mais eficiente utilização de energia e a um reduzido desperdício de recursos.

.....
Figura 24 – Edifício Anexo – tubagens de ventilação do auditório.

Figura 25 – Pavilhão de Exposições – tubagem do sistema de aquecimento do pavimento radiante.

Figura 26 – Pavilhão de Exposições – coletores do sistema de pavimento radiante.

Museums as seen through a building physics pair of glasses

Hugo S. L. C. Hens

The term 'museums' relates to a broad range of buildings with one objective in common: storing, preserving and showing collections of artefacts, ranging from locomotives and cars over furniture to parchments, old books, paintings and other delicate pieces of art.

Before discussing a few aspects, related to building physics and museums, a question to answer was: why me. Why did the co-editor ask me to write comments on the role of the envelope and the building services looking to the hygrothermal performance of museums? I in fact have a 44 years long track in building physics, building services and performance based building design. My experience with museums however mainly concerns heritage buildings, housing artefacts of art. One was Saint Mary's cathedral in Antwerp, the largest Gothic church in the Low Countries, which displays some precious paintings of Peter Paul Rubens. The cathedral is equipped with an air handling installation, which should keep the indoor climate as constant as possible. This however was not quite successful. In the two summer months, temperature reached 22 °C, while the relative humidity touched 61%. During the three winter months, temperature dropped to 11.3 – 14.2 °C for a relative humidity of 64 – 77%. The daily mean values were also far from 'rather constant'. At the same time, at the rain-exposed side, grade sits 3 meter above the church's floor level. Through that, the outer wall there was close to capillary saturated, acting as a humidity source that way. Another was the municipal museum in Gouda, the Netherlands. There, thermal insulation of the heritage building, housing the collection, was so bad mould developed behind the paintings.

Most buildings are constructed to house people. The indoor environment created so focuses on human needs and comfort demands. In museums, things differ. The artefacts stored, preserved, and shown and not the visitors fix how the indoor environment should look like. A basic concern is preservation. Chemists know that objects of value see their degradation slowed down at lower temperatures. Therefore, temperature in museum showing precious artefacts should rather be low. At the same time, relative humidity could be neither too high nor too low. Paintings for example show crackles and timber pieces of art may spall when the air is too dry. If instead it remains too humid, the canvas painted will loose stretching while timber swells.

Therefore, when asked to act as building physics consultant, the first question is: what collection will be stored, preserved, and shown. The answer defines the indoor climate to be provided. Indoor and outdoor climate form the boundary conditions building physicists have to work with. Whereas varying temperature, relative humidity, wind, precipitation, and sun colours the outside climate, the indoor temperature (Temp) and the relative humidity (RH) in a museum should be quite stable. How

stable anyhow depends on the collection housed. Also indoor air quality counts because pollutants such as sulphur dioxide, nitrogen oxides and many others harm delicate artefacts in the long run, just like solar radiation with the ultraviolet and visible light it contains does.

Looking to temperature and relative humidity, requirements for museums as formulated in the past looked very severe. In the nineteen seventies, for example, a constant temperature of 17 °C and a constant relative humidity of 58% were still demanded. Today, a differentiated approach has been adopted, the five levels of indoor climate control proposed in the 2011 ASHRAE handbook of HVAC applications being an example of this. (see Table 01)

Museums showing permanent collections of paintings by famous past away masters must go for class AA. Instead, museums that organize temporary collections of actual art may soften the requirements to a B or even C level. Anyhow, the level defines what HVAC-system to provide and what control to install. If for example one goes for AA, with the relative humidity fluctuations limited to $\pm 5\%$, then, when large numbers of visitors are expected, the air exchange rate is best kept high. That way, the impact perspiration vapour losses by the many visitors have on relative humidity in the exhibition rooms, which the dedicated outside air supply air handling units fix, remains low.

The enclosure of any museum, be it housed in an existing monumental building or does it concern a new construction, has to separate that well controlled indoor climate from the variability and maladjustment of the outdoor climate. In addition, glazing should be distributed over the facades and roofs in a way no solar radiation touches precious paintings, painted objects, photographs, parchments, or books. Artificial lighting must care for the necessary illumination in a way colours keep their quality and annoying luminosity contrasts are prohibited. This demands a well studied, carefully designed lighting solution. Additional performance requirements for the museum building as a whole from a building physics point of view are: energy efficient, moisture tolerant enclosure, excellent sound insulation against outdoor noise.

Of course also the quality of the volumes, of building appearance, space organisation integrating storage and preservation demands and exposition requirements with the necessary offices, the restaurant and cafeteria with kitchen, the rest rooms, circulation, and overall functionality matters, while structural integrity, fire safety, burglar safety are equally important. They, however, do not belong to the fields covered by building physics.

Let us limit the discussion to new museum buildings now.

How to realize energy efficiency is climate related. In each climate

Os museus vistos através da ótica da física da construção

Hugo S. L. C. Hens

O termo “museus” diz respeito a um vasto conjunto de edifícios com uma finalidade comum: armazenar, preservar e exibir coleções de artefactos, desde locomotivas e veículos a mobiliário, pergaminhos, livros antigos, pinturas e outras obras de arte delicadas.

Antes de abordar alguns aspetos relacionados com a física da construção e os museus, uma pergunta a que se impunha responder era: porquê eu? Por que razão me foi pedido que escrevesse uma apreciação sobre o papel da envolvente e das instalações técnicas da perspetiva do desempenho higrotérmico dos museus? Com efeito, possuo uma experiência de 44 anos no campo da física da construção, das instalações técnicas e da arquitetura de edifícios com base no seu comportamento. No entanto, a minha experiência no campo dos museus diz fundamentalmente respeito a obras do património edificado que albergam artefactos artísticos. Uma destas incluiu a catedral de Saint Mary em Antuérpia, a maior igreja gótica nos Países Baixos, onde se encontram algumas valiosas pinturas de Peter Paul Rubens. A catedral está equipada com uma instalação de tratamento de ar destinada a manter o ambiente interior o mais constante possível. Contudo, não se revelou completamente eficaz. Nos dois meses de verão, a temperatura atingiu 22 °C, enquanto a humidade relativa alcançou os 61%. Durante os três meses de inverno, a temperatura desceu para 11,3-14,2 °C, com uma humidade relativa da ordem de 64%-77%. Os valores médios diários também não se apresentaram constantes. Ao mesmo tempo, do lado exposto à chuva, o nível do solo encontra-se 3 metros acima do piso da igreja. Por via disso, a parede exterior nesse ponto estava praticamente saturada, por capilaridade, atuando dessa forma como uma fonte de humidade. Uma outra foi o museu municipal de Gouda, na Holanda. Neste caso, o isolamento térmico do edifício que alberga a coleção museológica era tão deficiente que se formou bolor atrás das pinturas.

Os edifícios são, na sua maioria, construídos para serem habitados por pessoas. O ambiente interior assim criado centra-se em necessidades humanas e exigências de conforto. Nos museus, a situação é diferente. São os artefactos armazenados, preservados e exibidos e não os visitantes que determinam o aquilo que se espera do ambiente interior. Uma preocupação básica prende-se com a preservação. Os químicos sabem que a degradação dos objetos de valor se torna mais lenta em temperaturas mais baixas. Deste modo, a temperatura nos museus onde são exibidos artefactos valiosos deve ser preferencialmente baixa. Ao mesmo tempo, a humidade relativa não pode ser demasiado elevada nem demasiado baixa. Por exemplo, as pinturas podem apresentar fissuras e as peças de madeira podem abrir quando o ar é demasiado seco. Se, pelo contrário, for demasiado húmido, a tela pintada torna-se flácida e a madeira incha.

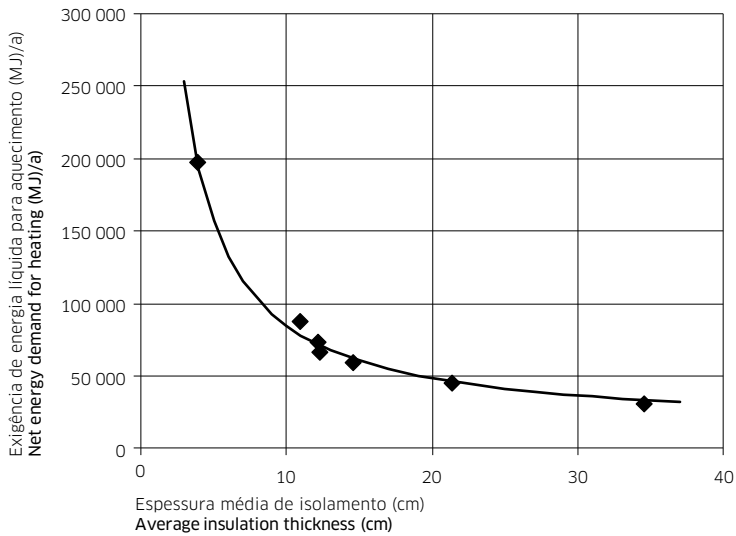
Assim, a primeira questão que um consultor da física da construção coloca é: que coleção vai ser armazenada, preservada e exibida? A resposta define o ambiente interior a criar. O ambiente interior e exterior constituem as condições limite com que os físicos da construção têm de trabalhar. Enquanto a variação de temperatura, a humidade relativa, o vento, a precipitação e o sol definem o ambiente exterior, a temperatura (Temp) e a humidade relativa (HR) interiores num museu devem ser relativamente estáveis. Em todo o caso, o nível desta estabilidade depende da coleção nele guardada. De igual modo, a qualidade do ar interior é importante porque os poluentes, como o anidrido sulfuroso, os óxidos de azoto e muitos outros, danificam, a longo prazo, os artefactos delicados, como a radiação solar com a luz ultravioleta e visível que contém.

Da perspetiva da temperatura e da humidade relativa, os requisitos da construção museológica do passado eram extremamente severos. Na década de 1970, por exemplo, ainda se exigia uma temperatura constante de 17 °C e uma humidade relativa constante de 58%. Hoje em dia, é adotada uma abordagem diversa, de que são exemplo os cinco níveis de climatização interior propostos no manual da ASHRAE de 2011 sobre aplicações de AVAC. (ver Quadro 01)

Os museus que apresentam coleções permanentes de obras de pintores antigos famosos devem adotar a classe AA. Por outro lado, os museus que organizam exposições temporárias de arte moderna podem diminuir as exigências para um nível B ou mesmo C. De qualquer modo, o nível define qual o sistema de AVAC e qual o controlo a instalar. Se, por exemplo, se optar por AA, com as flutuações da humidade relativa limitadas a $\pm 5\%$, quando se prevê uma grande afluência de visitantes, é preferível manter a taxa de renovação do ar a um nível elevado. Deste modo, o impacto que as perdas de vapor por transpiração dos muitos visitantes têm sobre a humidade relativa nos espaços de exposição, compensadas pelas unidades dedicadas de tratamento do ar proveniente do exterior, permanece baixo.

O espaço circunscrito de qualquer museu, quer funcione num monumento antigo existente ou num edifício moderno, deve separar o ambiente interior bem controlado da variabilidade e desajuste do ambiente exterior. Além disso, as entradas de luz devem ser distribuídas pelas fachadas e tetos de forma que os raios solares não atinjam pinturas valiosas, objetos pintados, fotografias, pergaminhos ou livros. A iluminação artificial deve zelar para que seja proporcionada a luz necessária a que as cores mantenham a sua qualidade e se evitem contrastes de luminosidade inconvenientes. Para tanto, é fundamental encontrar soluções de iluminação bem estudadas e cuidadosamente concebidas. Outros requisitos de desempenho para um edifício museológico, no seu todo, de uma perspetiva de física da construção, incluem: eficiência energética,

Table 01				
Set points, annual average	Maximum fluctuations and gradients in the controlled spaces			Risk of mechanical damage
	Class of control	Short fluctuations, space gradients	Seasonal adjustment in set point	
Relative humidity 50% Temperature set between 15 and 20 °C (If loan exhibitions are shown, set points specified in the agreement must be respected)	AA Precision control, no seasonal changes	RH ±5% Temp ±2 °C	RH no change, Temp ±5 °C up and down	No to most artefacts and paintings
	A Precision control, some gradients or seasonal changes allowed, not both	RH ±5% Temp ±2 °C	RH up and down 10%, temp up 10 °C and down 5 °C	Small to high vulnerability artefacts, none to paintings, photographs and books
		RH ±10% Temp ±2 °C	RH as short, temp up 10 °C and down 5 °C	
	B Precision control, some gradients plus winter temperature setback allowed	RH ±10% Temp ±5 °C	RH up and down 10%, temp up 10 °C but not above 30 °C	Moderate to high vulnerability artefacts, tiny to most paintings, most photographs and most books
	C Prevent all high-risk extremes	RH within 25 and 75% year round, temperature rarely over 30 °C, usually below 25 °C		High to high vulnerability artefacts, moderate to most paintings, most photographs and some books
	D Prevent dampness	RH reliably below 75%		High plus sudden or cumulative damage to most artefacts and paintings



01
02

zone, however, the story always starts with measures at the building enclosure (also called envelope) and building fabric level. In heating dominated climates, compactness and a thermally insulated, thermal bridge poor enclosure are of prime importance. What thermal transmittances to realize should base on a life cycle cost analysis. Each additional insulation thickness increases the investment cost while delivering stepwise less energy economy, see figure 01. Also positive is good overall thermal inertia. Heavy outer walls, insulated outside (figure 02), heavy floors and heavy inner partition walls help dampening potential indoor temperature fluctuations. In the parts of the building that need windows, these should have well insulating frames filled with low-e, gas filled double or triple glazing. Yet, even in heating dominated climates, rooms that have glazed surfaces facing the sun may overheat on sunny days. Minimizing that risk demands the application of effective outside solar sunshade systems, which allow acceptable light transmittance in combination with low solar transmittance. Systems used today include metal screens perforated in a way direct sun us blocked but reflected sun enters.

In cooling dominated climates, thermal insulation of the enclosure is less effective. Some outside insulation should still be provided, mainly because temperature damping of the preferentially heavy weight outer

walls and roofs enclosing the windowless exposition rooms increases that way. Also a whitewashed outside surface ads benefit as it reduces solar absorption, resulting in lower outside surface temperatures. Effective solar shading of windows in all rooms that demand glazing and have it facing the sunny orientations is of course of prime importance now.

Besides the building, the HVAC-system chosen has a direct efficiency impact on the end and primary energy consumed. For the exposition rooms the choice must go for an all air, constant volume system. Means to economize include heat exchangers between extract and supply air, the use of heat pumps when possible, looking for highly efficient filters with low hydraulic resistance, steam humidification and careful insulation of ducts and pipes. Dehumidification, anyhow, does not offer many opportunities. It is typically done using wet cooling coils at a temperature somewhat below the inside dew point demanded, followed by adequate reheate.

Looking to moisture tolerance, which some call ‘the hygrothermal response’, the building enclosure faces several sources of liquid water and water vapour. It starts with building moisture. Every building fabric con-

Figure 01 - Net energy demand of a randomly chosen building, dependence on the average.
Figure 02 - EIFS outside insulation.

Quadro 01				
Valores fixos, média anual	Flutuações máximas e gradientes nos espaços controlados			Risco de danos mecânicos
	Classe de controlo	Flutuações curtas, gradientes espaciais	Ajuste sazonal do valor fixo	
Humidade relativa 50% Temperatura fixada entre 15 °C e 20 °C	AA Controlo de precisão, sem alterações sazonais	HR ±5% Temp ±2 °C	HR sem alteração, Temp ±5 °C para cima ou para baixo	Não, para a maioria dos artefactos e pinturas
(No caso de exposições temporárias, devem respeitar-se os valores fixos especificados em acordo)	A Controlo de precisão, alguns gradientes ou alterações sazonais, mas não ambos	HR ±5% Temp ±2 °C	HR 10% acima ou abaixo, Temp 10 °C para cima e 5 °C para baixo	Artefactos de vulnerabilidade baixa a alta, sem risco para pinturas, fotografias e livros
		HR ±10% Temp ±2 °C	HR igualmente curta, Temp 10 °C para cima e 5 °C para baixo	
	B Controlo de precisão, alguns gradientes, com tolerância para a queda da temperatura de inverno	HR ±10% Temp ±5 °C	HR 10% para cima ou para baixo, Temp 10 °C para cima, mas não superior a 30 °C	Artefactos de vulnerabilidade baixa a alta, mínimos para a maioria das pinturas, fotografias e livros
	C Prevenir todos os extremos de alto risco	HR dentro entre 25% e 75% durante todo o ano, temperatura raramente acima de 30 °C, em geral abaixo de 25 °C		Artefactos de vulnerabilidade baixa a alta, moderados para a maioria das pinturas e fotografias e para alguns livros
	D Prevenir humidade	HR fiavelmente abaixo de 75%		Alto, com danos súbitos ou cumulativos à maioria dos artefactos e pinturas

um espaço tolerante à humidade e um excelente isolamento acústico relativamente aos ruídos exteriores.

É evidente que a qualidade dos volumes, da aparência construtiva, da organização espacial integrando requisitos de armazenagem, conservação e exibição, com os espaços administrativos necessários, o restaurante e cafetaria com cozinha, as instalações sanitárias, os espaços de circulação e a funcionalidade geral são importantes, como são a integridade estrutural e os dispositivos de segurança contra incêndio e roubo. No entanto, estes aspetos não pertencem ao domínio da física da construção.

Cingir-nos-emos agora à abordagem de novos edifícios museológicos.

A consecução de eficiência energética está relacionada com o clima. No entanto, em cada zona climática, a questão começa sempre por medi-das ao nível do perímetro do edifício (também chamado envolvente) e do tecido construtivo. Em climas predominantemente quentes, uma forma compacta e um perímetro termicamente isolado, livre de pontes térmicas, são de importância primordial. O nível de transmissões tér-micas a obter deve basear-se numa análise de custo do ciclo de vida. Cada camada de isolamento adicional aumenta o custo do investimento, ao mesmo tempo que opera economias energéticas inferiores. Vide figura 01. Igualmente positiva é uma boa inércia térmica geral. Paredes

exteriores com maior massa, isoladas pelo lado de fora (figura 02), pavi-mentos com maior massa e paredes divisórias interiores pesadas aju-dam a atenuar potenciais variações de temperatura interior. Nas partes do edifício que requerem janelas, estas devem dispor de caixilharia bem isolada, com vidros baixo-emissivos, duplos ou triplos com enchimento de gás. No entanto, em climas predominantemente quentes, salas com superfícies envidraçadas voltadas ao sol podem sobreaquecer em dias ensolarados. A minimização de tais riscos requer a aplicação de siste-mas exteriores de sombreamento eficazes que permitam uma transmis-são aceitável da luz com baixa transmissão solar. Os sistemas utilizados atualmente incluem lâminas metálicas perfuradas de forma que a luz do sol direta seja bloqueada mas a luz refletida entre.

Nos climas predominantemente frios, o isolamento térmico do perí-metro é menos eficaz. Continua a ter de ser aplicado isolamento exterior, principalmente porque, dessa forma, a atenuação da temperatura das paredes exteriores e coberturas de maior massa que fecham as salas de exposição sem janelas aumenta. De igual modo, uma superfície exterior de cor clara apresenta mais vantagens pois reduz a absorção solar, resul-tando em temperaturas superficiais exteriores mais baixas. O sombrea-mento solar eficaz das janelas em todas as salas que requerem vidros com orientação solar são, hoje, naturalmente de primordial importância.

Além do edifício, o sistema de AVAC selecionado tem um impacto direto sobre a energia final e primária consumida. Para as salas de expo-sição, a escolha deve recair sobre um sistema de volume de ar constante. Os meios de economia incluem permutadores de calor entre ar de exaus-tão e de alimentação, o uso de bombas de calor, sempre que possível, a opção por filtros altamente eficientes de baixa pressão, humidificação a vapor e isolamento cuidadoso de condutas e tubagens. Seja como for, a desumidificação não abre muitas oportunidades. Normalmente rea-liza-se através do uso de serpentinas de refrigeração molhadas, a uma temperatura relativamente abaixo do ponto de condensação interior exigido, seguido de reaquecimento adequado.

Do ponto de vista da tolerância à humidade, a que também se chama “reação higrotérmica”, o perímetro do edifício é confrontado com diver-sas fontes de água líquida e de vapor de água. Começa pela humidade do edifício. A estrutura de todas as construções contém inicialmente água em excesso. A secagem deve ser possível sem causar danos, ou seja, o contrário do que a figura 03 indica. As regras básicas que devem ser observadas incluem nunca intercalar barreiras húmidas entre barreiras retardantes de vapor e também aquecer e ventilar o edifício fora do horário de abertura ao público.

Um segundo tratamento é a ascensão capilar, uma fonte que envolve a água do solo, assim como as águas pluviais infiltradas. O problema resolve-se facilmente, por meio da aplicação de uma barreira de imper-meabilização acima do solo. As caves que funcionam, com frequência, como espaços de arrumos, devem ser mantidas secas, se necessário, por aplicação de uma tela impermeável interior ou exterior. Em muitos climas, a precipitação e a chuva impelida pelo vento constituem as principais fontes de água líquida. Evitam-se infiltrações e a penetração da chuva instalando toldos, quando for essa a opção estética, mas principalmente projetando e construindo o perímetro com controlo da chuva em uma ou duas fases. Uma fase significa que o acabamento exterior deve atender à proteção contra a chuva, devido à sua propensão para atuar como um plano de drenagem. São disto exemplos os telhados de baixa inclinação e

.....

Figura 01 – Exigência de energia líquida de um edifício selecionado aleatoriamente, dependência da espessura média de isolamento.

Figura 02 – Isolamento exterior EIFS.

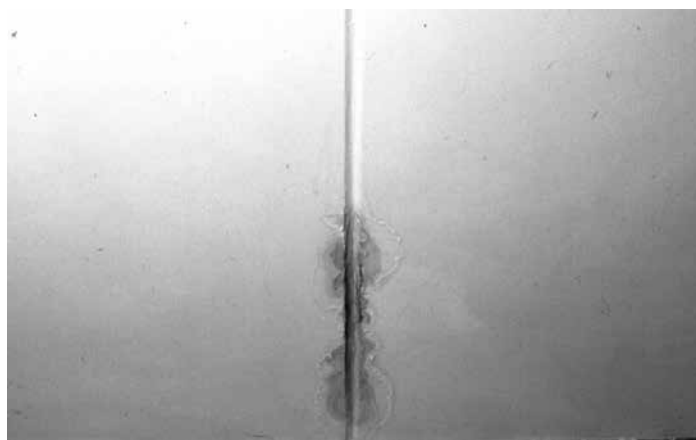
tains surplus water at the start. Drying must be possible without creating any harm, i.e. not as shown in figure 02. Basic rules to be respected are: never switch wet layers between vapour retarding layers, heat and ventilate the building also outside visiting hours.

A second treat is rising damp, a source involving ground water as well as sinking rainwater. The problem is easily solved by the inclusion of a waterproof layer above grade. Basements, which often figure as storage rooms, should be kept dry, if necessary, by applying an inside or outside waterproof encasement. In many climates, precipitation and wind driven rain are the main liquid water sources. Avoiding seeping and rain penetration is done by providing overhangs when aesthetically preferred, but mainly by designing and building the enclosure as a one or a two-step rain control. One-step means the outside finish has to care for rain-tightness due to its ability to act as drainage plane. Low-sloped roofs and EIFS-insulated massive outer wall are examples of it. A two-step solution splits the outer walls in a veneer or outside cladding and an inner leaf with in between a non-capillary layer. The veneer or cladding acts as rain buffer and outside drainage plane. The non-capillary layer in between, which could as well be an air cavity as an insulating fill, allows the backside of the veneer or cladding to act as second drainage plane without transferring water to the inner leaf. The inner leaf finally cares for air tightness, wind tightness, structural integrity, sometimes thermal insulation, and sound insulation.

The outside and inside air both contain water vapour. During clear nights, its presence outdoors may give rise to condensation on the covering of well insulated roofs and the outer finish of well insulated facade walls, included the outside surface of low-e, gas filled double and triple glazing. While the last only blurs the view to the outside, the first can induce mould and algae growth on stuccoed surfaces. Excess water vapour indoors compared to the concentration outdoors in turn can activate mould growth indoors on thermal bridges. Due to the thermal bridging effects the spacers cause, it may also give edge surface condensation on low-e gas filled double-glazing. In addition, when the opaque enclosure assemblies are wrongly designed with air leakages and mismatches in vapour resistance follow-up, the excess could be the reason why very high sorption moisture builds up each winter in the layers at the outside or, even worse, why interstitial condensation deposits in roofs (figure 05) and facade walls. Both 'interstitial' phenomena turn more likely in cool and moderate climates, the better insulated the building enclosure.

Take an AA controlled museum environment, where the temperature is 20 °C and relative humidity touches 50%. Water vapour pressure indoors then equals 1169 Pa. In moderate climates, lowest monthly mean winter temperature noted drops to ≈ 0 °C, for a vapour pressure of 550 Pa. Long lasting condensation on outside surfaces will happen when undercooling brings the monthly mean surface temperature down to -1.3 °C. Inside, mould is expected to develop on surfaces that stay colder than 12.7 °C, a value we note on thermal bridges whose local thermal resistance drops below 0.4 m².K/W. Between brackets, such low inside surface temperatures are also found behind paintings hung at non-insulated masonry outer walls in existing landmark museums. A thermal resistance 0.4 m².K/W in fact convenes with the thermal quality a two-brick thick outer wall offers. Surface condensation inside at the edges of low-e, gas filled double-glazing in turns becomes very likely during any cold day as temperature there follows the instantaneous outside temperature changes.

To conclude, moisture tolerance or, otherwise said, hygrothermal performance, demands a series of knowledgeable decisions in terms of building enclosure design.



03
04

Good sound insulation against outside noise for the exposition rooms is again best served by a massive construction with heavy outer walls and roofs, and, no windows. As visitors are usually quiet when walking across exposition rooms, no special reverberation time requirements prevail and sound absorbing surfaces are not needed. This of course is untrue in exposition rooms where visitors have to interact. There enough sound absorbing surface must be planned, a requirement often conflicting with a demand for thermal inertia. In rooms that need windows while requiring quite a silent indoor environment, one should use low-e, gas filled double-glazing with excellent noise transmission loss. From a room acoustics point of view, they demand treatment according to the requirements valid for offices, restaurant, pubs, etc. They typically are well served with a sound absorbing ceiling. If the museum includes lecture rooms, good speech intelligibility is of prime importance there. This demands a well-balanced combination of a sound absorbing ceiling and rear wall with a reflecting surface in front and reflective sidewalls.

To get all what we said right, a good cooperation must grow between the architect and the building physics consultant. Our experience nevertheless is that some architects too often overlook these building physics related aspects and design museums that demand corrective measures afterwards, once build.

Figure 03 – Low-sloped roof, wrongly designed (in to out prefabricated concrete floor elements, glass fibre insulation, wet sloped screed, vapour tight membrane. Summer condensation of building moisture from the screed on the concrete floor elements causes moisture sweeping.

Figure 04 – Insulated pitched roofs, leaky vapour retarder and vapour tight, non-capillary underlay. The result is interstitial condensation deposit with run-off and water leakage at the roof edges.

Figure 05, 06 – Construction picture during finishings stage.



05
06

as paredes exteriores dotadas de forte isolamento EIFS. Uma solução em duas fases divide as paredes exteriores num laminado ou chapeamento exterior e numa folha interior com uma barreira intercalar não capilar. O laminado ou chapeamento atua como um tampão contra a chuva e um plano de drenagem exterior. A barreira intercalar não capilar, que tanto poderá ser uma cavidade de ar como um enchimento isolador, permite que a superfície posterior do laminado ou chapeamento atue como um segundo plano de drenagem sem transferir água para a folha interior. Finalmente, a folha interior proporciona estanquidade ao ar, integridade estrutural e, por vezes, isolamento térmico e acústico.

O ar exterior e interior contém vapor de água. Em noites limpas, a sua presença no exterior pode originar condensação na cobertura de telhados bem isolados e no acabamento exterior de paredes de fachada bem isoladas, incluindo a superfície exterior de vidros baixo-emissivos e vidro duplos e triplos com enchimento de gás. Embora os últimos apenas turvem a vista para o exterior, os primeiros podem causar a formação de bolor e algas nas superfícies estucadas. O excesso de vapor de água no interior, comparado com a concentração exterior, pode, por seu turno, estimular a formação de bolor interior em pontes térmicas. Graças aos efeitos de ponte térmica que os espaçadores causam, podem também provocar condensação superficial nas arestas dos vidros baixo-emissivos duplos com enchimento de gás. Além disso, quando nas superfícies opacas o sistema construtivo está incorretamente desenhado com passagem de ar e desajustes em termos de resistência ao vapor, o resultado pode ser a razão por que se acumula humidade de muito alta adsorção, todos os anos no inverno, nas barreiras exteriores ou, o que é mais grave, a razão por que se deposita condensação intersticial nas

coberturas (figura 05) e nas paredes de fachada. Ambos os fenómenos intersticiais descritos se tornam tanto mais prováveis, em climas frios e temperados, quanto mais bem isolado estiver o perímetro do edifício.

Olhemos para um ambiente museológico com controlo de tipo AA, em que a temperatura é de 20 °C e a humidade relativa atinge os 50%. A pressão do vapor de água interior equivale então a 1169 Pa. Em climas temperados, a temperatura média mensal mais baixa no inverno registada desce até 0 °C para uma pressão do vapor de 550 Pa. Ocorrerá condensação duradoura nas superfícies exteriores quando o sobrearrefecimento leva a temperatura superficial média mensal para -1,3 °C. No interior, é previsível que se desenvolva bolor em superfícies que permanecem mais frias do que 12,7 °C, um valor que se regista em pontes térmicas cuja resistência térmica local desce abaixo dos 0,4 m².K/W. Diga-se, a propósito, que estas temperaturas superficiais interiores tão baixas também se verificam por trás de pinturas suspensas em paredes exteriores de alvenaria não isoladas, em museus de referência existentes. Uma resistência térmica de 0,4 m².K/W combina-se, com efeito, com a qualidade térmica que uma parede exterior em tijolo duplo oferece. A condensação superficial interior nas arestas dos vidros baixo-emissivos duplos com enchimento de gás torna-se muito provável em dias frios, pois nesse caso a temperatura dessas superfícies acompanha as alterações instantâneas da temperatura exterior.

Em conclusão, a tolerância à humidade ou, por outras palavras, o desempenho higrotérmico, exige uma série de decisões informadas em termos de projeto de construção da envolvente do edifício.

Um bom isolamento acústico contra o ruído exterior, nas salas de exposição, mais uma vez beneficia de uma construção maciça com paredes exteriores e telhados com grande massa e sem janelas. Uma vez que os visitantes normalmente percorrem os espaços expositivos em silêncio, não se verificam requisitos especiais em termos do tempo de reverberação e não são necessárias superfícies absorventes. Não é este, naturalmente, o caso em salas de exposição em que os visitantes interagem. Aqui, devem planear-se superfícies suficientemente absorventes, requisito que frequentemente colide com a exigência de inércia térmica. Nas salas que necessitam de janelas e, ao mesmo tempo, requerem um ambiente interior bastante silencioso, devem usar-se vidros baixo-emissivos duplos com enchimento de gás, com uma reduzida transmissão acústica. Da perspetiva da acústica ambiente, as salas requerem um tratamento semelhante ao dos escritórios, restaurantes, bares, etc. Em regra, a sua eficácia é reforçada com um teto absorvente. Se o museu incluir salas de conferência, torna-se de importância primordial conseguir uma boa inteligibilidade do discurso. Para tanto, é crucial que exista uma combinação bem equilibrada entre um teto e uma parede de fundo com absorção acústica, com uma superfície refletora na frente e paredes laterais refletoras.

Para implementar corretamente tudo o que foi dito, deve desenvolver-se uma boa colaboração entre o arquiteto e o consultor da área da física da construção. No entanto, a nossa experiência tem mostrado que alguns arquitetos ignoram muitas vezes estes aspetos relacionados com a física da construção e projetam museus que posteriormente, após a construção, requerem medidas corretivas.

Figura 03 – Telhado de baixa inclinação, incorretamente concebido (elementos do pavimento de betão pré-fabricado de dentro para fora, isolamento em fibra de vidro, betonilha inclinada molhada, membrana à prova de vapor). A condensação no verão da humidade do edifício a partir da betonilha nos elementos de betão do pavimento causa o alastramento da humidade.

Figura 04 – Telhados inclinados isolados, retardante de vapor não estanque e forro não capilar, à prova de vapor. O resultado é o depósito de condensação intersticial com escorrências e infiltrações de água nas bordas do telhado.

Figura 05, 06 – Fotografia de obra na fase de acabamentos.

The decision to invite the Architect Paulo Mendes da Rocha to design the New Coach Museum in Belém could not have been more fortuitous. Now that the work has been completed, it is possible to understand the complexity of urban and architectural challenges that he faced, but also those that relate to the people's and the city's everyday lives, and the profound and optimistic answer that the architect has provided us. The commission focused on the design for a new coach museum (already the most visited in Portugal) as well as a cycle and pedestrian path that would bypass the railway line and link the Praça do Império to the river front.

The proposed strategy brings with it a deep awareness of the experience of cities, an ability to really comprehend the history and urban planning of Belém, what defines it as a focal point for tourism and museums, but also how these features cannot in any case exist beyond the everyday realities of the city.

That is, seeing, at the same time, the meeting of the rhythmic sequence of architectural events that characterise this area of the city with the small, imperfect scenery of houses which for decades formed the front of Rua da Junqueira and the rear set into a hidden industrial zone.

It is in this concrete ground that the new complex is based, whose brief has been since manipulated, in order to make one of the most instructive spaces in Lisbon's new urban landscape.

To deal with the functional programme that we see in this project (exhibition building, annex, pedestrian walkway, public square and the set of existing houses themselves) it is not enough to know the workings of a major international museum, with all the complexity that its management and operation imply. It is above all to ensure a natural proximity between culture and citizens that is never made artificial through a sumptuous approach that so often distances instead of bringing closer. What is truly remarkable about this project is the clear, natural relationship between the different spaces of the complex and the fusion with the public space in all its aspects, offering the possibility of visiting or not the Coaches of Portugal collection.

The two main buildings (exhibition hall and annex) form a functional and spatial dialogue in which the architectural options enrich the experience of the place.

By moving to the annex some smaller programmatic features, whose presence is vital to the complex, the exhibition pavilion could retain an absolutely clear plan, dignifying the two parallel exhibition aisles (130 m x 20 m each) as well as a central service axis that accompanies and contains all the infrastructure essential to the proper functioning of the museum.

The high level crossings over the voids of the exhibition aisles, "staple" the whole of the circulation system, and offer not only a panoramic view of the exhibition rooms, but also access to the exterior and the veranda of the Tagus, or in another direction, the administrative areas, now part of the annex.

If the exhibition building can be described as a kind of enclosed box, raised off the ground where the treasure is preserved, under which some more or less closed masses are arranged and configure the possible uses of the public square, the annex, a building of greater architectural complexity, can perhaps be described as a framework in which different dimensions and masses cross, and where the relationship between public and private reaches its limit. From here you can access the office spaces and the library, the restaurant with its unique views over the whole monumental area of Belém, and the auditorium, sitting on the plaza and designed like a popular row of benches, and simultaneously use the pedestrian walkway to/from the river, participating in a spontaneous choreography where the various experiences of the city take place in a single space.

The relationship with the envelope from the interior spaces is also impressive. If, in the exhibition pavilion, the rooms are mostly closed, with individual strategically placed openings that enhance the relationship between the museum and the city, such as the long horizontal slots in the east and west, and the openings in the transverse that visually cross the building from the river to the interior of the museum plaza, in the annex, the "suspended" halls open up entirely to the landscape, prompting a sweeping flight over the entire Lisbon waterfront.

The use of colour in the painting of the masses resting on the floor of the plaza is also noteworthy, because of the delicate dialogue established with the nearest city area. As for the structural and construction options, which will certainly be dissected in this publication, it is worth noting the clarity of the metal structure design of the exhibition halls consisting of 4 large beams, latticed in a way that confers rhythm to the design of all the interior openings (spans, window displays, doors), and cleanly supports the mechanical infrastructure pathways; the light finishing suitable for a metal building where the image of weightlessness is reinforced, and the annex constructed in facing reinforced concrete, in a load carrying relationship that simultaneously draws the limits of the building itself, and where the two glass halls and the huge metal skylight rest.

Finally, but no less important in an academic publication such as CDO, a word for the intelligent and sensitive way in which the Architect Paulo Mendes da Rocha led all the partners and participants, involving them in a statement of great humanity and vision which finds no echo in our time.

Museu Nacional dos Coches

Ricardo Bak Gordon

A decisão de convidar o Arqº. Paulo Mendes da Rocha para projectar o Novo Museu dos Coches em Belém não podia ter sido mais feliz. Agora que a obra se realizou é possível compreender simultaneamente a complexidade dos desafios urbanos e arquitectónicos que ali se colocaram, mas também aqueles que dizem respeito à vida quotidiana das pessoas e das cidades, e a resposta profunda e optimista que nos trouxe o arquitecto. A encomenda centrou-se no projecto para um novo museu dos coches (já hoje o mais visitado de Portugal) e ainda numa ligação pedonal e ciclável que vencesse a linha de caminho de ferro e unisse a praça do império com a frente do rio.

A estratégia proposta trás consigo uma profunda consciência sobre a experiência das cidades, uma capacidade de leitura concreta do território histórico e urbanístico de Belém, daquilo que o define como eixo turístico e museológico, mas também de como essas características não podem em qualquer caso viver para lá das realidades quotidianas da cidade.

Ou seja, ver a um só tempo o encontro da sequência ritmada de eventos arquitectónicos que caracterizam esta área da cidade com o pequeno e imperfeito casario que durante décadas foi frente da Rua da Junqueira e tardoz encastado numa área industrial oculta.

É neste terreno concreto que assenta o novo complexo, entretanto manipulado do ponto de vista programático, de forma a realizar um dos mais didáticos espaços da nova urbanidade de Lisboa.

Para manusear o programa funcional tal como o vimos neste projecto (edifício expositivo, anexo, passagem pedonal, praça pública e o próprio conjunto do casario existente) não basta conhecer o funcionamento de um grande museu internacional, com toda a complexidade que a sua gestão e funcionamento implica. Trata-se, antes de mais, de garantir a proximidade entre a cultura e os cidadãos de forma natural e nunca artificializada através de uma aproximação sumptuosa que tantas vezes distancia em vez de aproximar. O que é verdadeiramente extraordinário neste projecto é a relação clara e natural entre os diferentes espaços programáticos do complexo e a fusão com o espaço público em todas as suas vertentes, na possibilidade de visitar ou não a colecção dos Coches de Portugal.

As duas construções principais (pavilhão expositivo e edifício anexo) constituem um diálogo funcional e espacial, onde as opções arquitectónicas contribuem para enriquecer a experiência do lugar.

Ao deslocar para o edifício anexo algumas funcionalidades de menor dimensão programática, porém de presença vital no conjunto, o pavilhão de exposições pode reservar-se absolutamente claro na sua planta, dignificando as duas naves expositivas paralelas (130 x 20 m cada) bem como um eixo servidor central que as acompanha e contém todas as infraestruturas indispensáveis ao ótimo funcionamento do museu.

Os atravessamentos à cota alta sobre o vazio das naves expositivas, “agrafam” todo o sistema de circulações, e oferecem não apenas uma vista panorâmica sobre as salas de exposição, mas também um acesso ao exterior e à varanda do Tejo, ou noutra direcção, às áreas administrativas, já parte do edifício anexo.

Se o edifício expositivo pode ser descrito como uma espécie de estojo encerrado e levantado do chão onde se conserva o tesouro, sob o qual algumas volumetrias mais ou menos encerradas se dispõem e configuram as possíveis utilizações da praça pública, já o anexo, construção de maior complexidade arquitectónica, pode talvez ser descrito como uma ossatura onde se dispõem em diferentes cotas volumes e atravessamentos, e onde a relação entre público e privado atinge o seu limite. Aqui é possível ter acesso à administração e à biblioteca, ao restaurante com as suas visuais únicas sobre toda a área monumental de Belém, ao auditório pousado na praça e concebido como bancada popular, e em simultâneo utilizar a passagem pedonal para/ou desde o rio, participando numa coreografia espontânea onde as várias experiências da cidade tem lugar num só espaço.

É notória também a relação com a envolvente desde os espaços interiores. Se no pavilhão expositivo as salas são maioritariamente encerradas, com aberturas singulares e estratégicas que ampliam as relações entre o museu e a cidade; caso das longas frestas horizontais a nascente e poente ou das aberturas no transversal que atravessam visualmente o edifício desde o rio até ao interior da praça do museu, já no edifício anexo os pavilhões “suspensos” abrem-se inteiramente à paisagem incitando um voo rasante ao longo de toda a frente marítima de Lisboa.

Também a utilização da cor, na pintura dos volumes pousados no chão da praça, merece uma nota no sentido do delicado diálogo que se estabelece com a cidade mais próxima. Das opções construtivas e estruturais, que certamente serão dissecadas nesta publicação, vale a pena notar a clareza do desenho do pavilhão expositivo em estrutura metálica, constituído por 4 grandes vigas, cujo ritmo das suas treliças informa o desenho de todas as aberturas interiores (vãos, vitrinas, portas), e suporta com limpidez os caminhos de infraestruturas mecânicas; o revestimento ligeiro apropriado à construção metálica onde a imagem de leveza se reforça, ou o edifício anexo construído em betão armado aparente, numa relação de transferência de esforços que desenha simultaneamente os limites do próprio edifício, e onde se apoiam os dois pavilhões de vidro e a imensa claraboia metálica.

Por último, mas não menos importante no âmbito de uma edição académica como o CDO, uma palavra para a regência inteligente e sensível como o Arqº Paulo Mendes da Rocha conduz todos os parceiros e intervenientes, envolvendo-os num discurso de grande humanidade e de futuro que nada tem de comum no nosso tempo.

Engineering as a lesson in architecture

Bárbara Rangel and Fernando Brandão Alves

Integrated project, an inevitability

'The points of departure for the majority of projects are improbable narratives with intended symbolic message or poetic import. Accordingly, the resultant works are statements or allegories rather than designs. Architectural education might need, nowadays, more Kierkegaard and less Hegel...' (Schumacher, 2012).

In Architecture not everything, or not all things, can be explained. To better reflect on specific instances of architectural history, in the theoretical, university, teaching of Architecture, one must address the design methodology as an integrated discipline. Schumacher also notes that the teaching of architecture implies that truth is subjective, partial and particular. Consequently, there cannot be a "system of individual existence" applied to architecture – man cannot have the tendency to build a whole system encompassing reality, because the assumptions cannot be reduced to logic, as the author adds, because in its universal dimensions, how could Architecture deal with the particular elements of "individual existence"?

Today's original and progressive architecture is delivered through team collaboration that involves all of the parties participating in the design and construction process from early on (Getov 2010).

Specialisation within each disciplinary area has been increasing in order to meet all the performance requirements that are imposed not only on buildings but also on the efficiency of the construction process. The crossover of information between all construction disciplines becomes inevitable for this response to fit into a set of integrated and coherent solutions. In Construction, Architecture, Engineering and Technology are increasingly inseparable, working in parallel from the first stroke of the architectural design to the application of engineering, and the scientific specification of technology. This joint path is only possible if, from an early stage, there is, between the various participants, a common language shared by architects, engineers, technicians and promoters.

The intuitive method

This holistic view of the building as a methodology for project coordination, is today common practice within some of the best offices nationally and internationally. In some, these principles appear in an almost intuitive way, in others, the office management is derived from an interdisciplinary methodology, based on the Integrated Project.

Eduardo Souto de Moura confesses that he does not make the first stroke for a project without having at his side Rui Furtado, the structural engineer, who he has been working with:

"It's all done in a constant dialogue and constant process of evaluation." (Souto Moura, 2009)

Álvaro Siza admits that from the first minute he is advised by a number of structural engineers, mechanical engineers, etc. about the needs that each discipline will have in the building, seeking the early physical integration of all the subsystems:

"I have the time to think globally because I have good engineers." (Siza, 2012)

In a building as complicated as the research laboratory centre of the Faculty of Sciences at Columbia University, Rafael Moneo uses, as his guideline for the composition of the façade, the algorithm of the structural composition of the façade suspended over a large span:

"In its final form, the structural bracing emerges as a kind of texture mounted on the prism, leading us to think that the façade of the building is a deliberate composition inspired by the work of Paul Klee, when in reality it is the result of rigorous structural analyses: more a product of deductive reasoning than an artistic gesture." (Moneo, 2011)

They all recognise that, although the act of architectural design begins as an intuitive response to a particular brief, it is essential to involve all participants early on. However, the requirements imposed on project effectiveness for optimal building performance require a greater accountability from the entire team, making their organisation inevitable to achieve a truly integrated project. This efficiency often implies that there is a specially orchestrated attunement in the strong friendships that will produce a specific methodology, achieved through great personal and professional experience. Since today it is increasingly less common to have the experience of the building site, it is crucial that this integrated vision of construction arises in the years of training.

The scientific methodology

The design is becoming less intuitive and more and more scientific – light, colour, acoustics are "materials" that are measurable and assessable by the standards set for buildings. The building is now designed to answer certain very specific and quantifiable goals. Since the architect is responsible for the coordination of all the systems, he is responsible for articulating the integrated project. What would an exhibition hall that is intended to be neutral enough to accommodate any exhibit become, if there were no physical control of the integration of mechanical and electrical devices, if there were no coordination by the architect?

In Anglo-Saxon countries in-depth research has been developed on the methodology of integrated design, seeking to create procedures and tools that systematise and optimise the designs for the different activities and the relationship between the various disciplines. The concept of integration is understood not as a stylistic architectural current, but

A engenharia como lição de arquitetura

Bárbara Rangel e Fernando Brandão Alves



Projeto integrado, uma inevitabilidade

'The points of departure for the majority of projects are improbable narratives with intended symbolic message or poetic import. Accordingly, the resultant works are statements or allegories rather than designs. Architectural education might need, nowadays, more Kierkegaard and less Hegel...' (Schumacher, 2012).

Na Arquitetura nem tudo, ou nem todas as coisas, podem ser explicadas. No ensino teórico, universitário, da Arquitetura, para uma melhor reflexão sobre os casos concretos da história da arquitetura, deve-se abordar a metodologia de projeto como um projeto integrado disciplinar. Schumacher refere ainda que o ensino da arquitetura implica que a verdade seja subjetiva, parcial e particular. Consequentemente, não pode haver um "sistema de existência individual 'aplicado à Arquitetura - o homem não pode ter a tendência para construir todo um sistema que englobe a realidade, pois os pressupostos não podem ser redutíveis à Lógica, tal como acrescenta o autor, porque nas suas dimensões universais, como poderia a Arquitetura lidar com os elementos particulares da "existência individual"?

"today's original and progressive architecture is delivered through team collaboration that involves all of the parties participating in the design and construction process from early on" (Getov 2010).

A especialização de cada área disciplinar tem vindo a aumentar de

forma a responder a todas as exigências de desempenho que se impõe não só aos edifícios como também na eficácia do processo construtivo. O cruzamento de informação entre todas as disciplinas da construção torna-se inevitável para que essa resposta se enquadre num conjunto de soluções integradas e coerentes. Na Construção, Arquitetura, Engenharia e Tecnologia são cada vez mais indissociáveis, caminhando em paralelo desde o primeiro traço do projeto de arquitetura, à concretização da engenharia, à especificação científica da tecnologia. Este caminho conjunto só é possível se, desde cedo, existir entre os vários intervenientes uma linguagem comum entre arquitetos, engenheiros, técnicos e promotores.

A metodologia intuitiva

Esta visão holística do edifício como metodologia de coordenação de projeto, é já hoje prática de alguns dos melhores gabinetes a nível nacional e internacional. Nalguns, estes princípios surgem duma forma quase intuitiva, noutros a gestão do gabinete tem como base uma metodologia interdisciplinar, baseada no Projeto Integrado.

Eduardo Souto de Moura, confessa que não faz o primeiro traço de um projeto sem ter a seu lado Rui Furtado, engenheiro de estruturas, que o tem vindo a acompanhar: "É tudo feito num diálogo constante e constantemente avaliado" (Souto Moura, 2009).

a method of disciplining the stages and participants involved in project development and the construction process, a working methodology.

"This linking role of integration helps us understand design and technology as complementary opportunities rather than conflicting values" and describes it as a combination of all construction components "(...) in a sympathetic way and emphasising the synergy of the parts without compromising the integrity of the pieces." (Bachman 2003)

There are substantial differences between the traditional design methodology and the integrated design. The focus on the efficiency of the building lies in the concentration of work effort in the design phase and not during its implementation. There is an anticipation of effort, so the project is more detailed before going into construction.

"Integrated Project Delivery (IPD) is a project delivery approach that integrates people, systems, business structures and practices into a process that collaboratively harnesses the talents and insights of all participants to optimize project results, increase value to the owner, reduce waste, and maximize efficiency through all phases of design, fabrication, and construction." (The American Institute of Architects, 2007)

In some of the best universities, they have been discussing for some time new integrated ways of teaching and learning along the lines of "Learning by Doing in Integrated Teaching and Learning Programs" (CARLSON, Lawrence; Jacquelyn Sullivan, 1999). In other institutions of higher education, a particular emphasis has been assigned to teaching directed at distance-learning students of Civil Engineering – e-learning mode – and this experience has also been adopted at various colleges at home and abroad. In the case of the Institute for Building Informatics of Graz University of Technology, in Austria, the Civil Engineering course was implemented using a new e-learning system called WBT-Master in which typical platforms provide only "(...) standard tools without taking into consideration special needs of such specific user groups like Civil Engineering students (Ebner, Martin; Scerbakov, Nikolai; Maurer, Hermann, 2006). The aim of this project was to extend the functionality of the WBT-Master programme to support the specific paradigm of eLearning. It was found in this experience that the changes recommended made the eLearning environment substantially more usable by increasing the acceptance of the students.

Coach Museum – an integrative project

Paulo Mendes da Rocha designs with this integrative vision since the idea is born for each building. In the paper models that he designs for each project, he is testing the "challenges" that he will issue to the essential laws of physics. He organises the internal organs in streamlined, clear and objective systems, in order to invest in these "challenges". In the first phase of design, supposedly the most arbitrary of the creative process, he appears to order the infrastructure necessary for the survival of this new body to indulge in the dialogue with the city, with the place and with the fundamental laws of physics.

In the Coach Museum, the programmes are separated with distinct infrastructural needs. In the exhibition hall, the Coach exhibition and the respective workshops, the infrastructure is placed in the exhibition building's central gallery, where the ceiling height can be easily lowered to obtain air from outside. This solution is used to create two exhibition routes so the Coaches can be seen at different levels. In the Annex the administrative spaces and the auditorium are organised with less complicated infrastructural needs.

So, using the bridge, you can start the exhibition at the riverbank, passing over the railway line and the sea of cars that frantically over-

take the trains. The building is raised up to show the river to Junqueira. From the exhibition hall a slit in the east provides a gap to see the bridge in the distance, and to the west the new bridge offers a view of approaching visitors. In the annex, a skeleton of the building is left empty so that the row of houses can see what is being done in this new space. The transparency of what will be the restaurant commands the gardens of Belém. The light provided by skylights reflects the houses in a reflecting pool resting on the auditorium, to illuminate the gap between the offices and the administration.

The perception of the needs of other disciplines implemented in the first appearance of these models left space for each of them to display their virtuosity, be it in the exuberance of the structure, the simplicity of air treatment, the organisation of the complex network of infrastructures or in the articulation of the exhibition of large and small items.

Bibliography

Bachman, L. R (2003). *Integrated Buildings – The systems basis of architecture*. New Jersey: Wiley.

Carlson, Lawrence E.; Sullivan Jacquelyn F. (1999). Hands-on Engineering: Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Program. *Journal of Engineering Education*, Vol. 15, No.1, pp. 20-31. UK (1999 TEMPUS Publications)

Ebner, Martin; Scerbakov, Nikolai; Maurer, Hermann (2006). New Features for eLearning in Higher Education for Civil Engineering. *Journal of Universal Science and Technology of Learning*. Vol. 0, Issue 0, Australia.

Getov, Pavel (2010) Teaching Integrated Project Delivery. AIA - <http://www.aia.org/akr/Resources/Documents/AIAB083542?ssSourceSiteId=null> (site view date – March 2013)

Moneo, R. (2011). Cadernos d'Obra 03. (B. Rangel, J. Amorim Faria, & J. Poças Martins, Interviewers)

Siza, Á. (March 2012). Cadernos d'Obra 02. (B. Rangel, J. Amorim Faria, & J. Poças Martins, Interviewers)

Souto Moura, E. (February 2009). Cadernos d'Obra 01. (B. Rangel, J. Amorim Faria, & J. Poças Martins, Interviewers) Porto: GEQUALTEC.

Schumacher, Patrick (2012) *Schumacher Slams British Architectural Education* – in *The Architectural Review* (<http://www.architectural-review.com/view/overview/schumacher-slams-british-architectural-education/8625659>. article – site view date – Nov. 2012)

The American Institute of Architects. (2007). *Integrated Project Delivery: A Guide*. California.

Álvaro Siza confessa que é desde o primeiro minuto aconselhado pelos vários projetistas, de estruturas, mecânica, etc., sobre as necessidades que cada disciplina irá ter no edifício, procurando desde cedo a integração física de todos os subsistemas: “Tenho tempo para pensar globalmente porque tenho bons engenheiros (Siza, 2012)

Num edifício tão complicado como o centro de investigações laboratoriais da Faculdade Ciências da Universidade de Columbia, Rafael Moneo usa como pauta de composição da fachada o algoritmo de composição estrutural da fachada suspensa sobre um grande vão: “Na sua forma final, o contraventamento estrutural surge como uma espécie de textura montada sobre o prisma, levando a pensar que a fachada do edifício é uma composição intencional inspirada na obra de Paul Klee, quando, na realidade, é o resultado de rigorosas análises estruturais: mais um produto de raciocínio dedutivo do que um gesto artístico.” (Moneo, 2011)

Todos eles admitem que, embora o ato de concepção arquitectónica se inicie como uma resposta intuitiva a determinado programa, é fundamental a participação de todos os intervenientes desde cedo. No entanto, as exigências impostas à eficácia do projeto para um ótimo desempenho do edifício implicam uma maior responsabilização de toda a equipa, tornando inevitável sua organização para conseguir um projeto realmente integrado. Essa eficácia implica, tantas vezes, existir uma especial sintonia orquestrada nas fortes relações de amizade que vão desenhando uma metodologia própria, conseguida com muita experiência pessoal e profissional. Como atualmente cada vez será menos frequente ter a experiência da obra, é fundamental que esta visão da integradora da construção surja nos anos de formação.

A metodologia científica

A conceção é cada vez menos intuitiva e cada vez mais científica – luz, cor, acústica são “material” mensurável e avaliável segundo os padrões definidos para os edifícios. O edifício é agora desenhado para responder a determinados objetivos muito específicos e quantificáveis. Sendo o arquiteto o responsável pela articulação de todos os sistemas, é ele o responsável pela articulação do projeto integrado. O que seria de uma sala de exposições, que se quer suficientemente neutra para albergar qualquer exposição, se não houvesse o controlo físico da integração dos dispositivos mecânicos e elétricos, se não fosse coordenado pelo arquiteto?

É nos países anglo-saxónicos que se tem tido desenvolvido investigações aprofundadas sobre a metodologia do projeto integrado, procurando criar procedimentos e ferramentas que sistematizem e otimizem os projetos das diferentes atividades e a relação entre as várias disciplinas. O conceito de integração é entendido não como uma corrente estilística em arquitetura, mas um método de disciplinar os passos e intervenientes no desenvolvimento do projeto e do processo construtivo, uma metodologia de trabalho.

“This linking role of integration helps us understand design and technology as complementary opportunities rather than conflicting values.” e descreve-a como a conjugação de todos os componentes da construção ‘(...) in a sympathetic way and emphasizing the synergy of the parts without compromising the integrity of the pieces.” (Bachman 2003).

Há substanciais diferenças entre a metodologia de projeto tradicional e o projeto integrado. A aposta da eficiência da construção do edifício, reside na concentração de esforço de trabalho na fase de projeto e não durante a sua concretização. Há uma antecipação do esforço, logo o projeto é mais detalhado antes de entrar em obra.

“Integrated Project Delivery (IPD) is a project delivery approach that integrates people, systems, business structures and practices into a process that collaboratively harnesses the talents and insights of all

participants to optimize project results, increase value to the owner, reduce waste, and maximize efficiency through all phases of design, fabrication, and construction.” (The American Institute of Architects, 2007)

Já há algum tempo que se discutem nalgumas das melhores universidades novas formas de ensino-aprendizagem integrados em que se valoriza os programas “Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Programs” (CARLSON, Lawrence; SULLIVAN Jacquelyn, 1999). Noutras instituições de ensino superior, tem-se atribuído uma particular ênfase ao ensino dirigido aos estudantes de Engenharia Civil à distância – modo e-learning – experiência essa também já adotada em várias faculdades nacionais e estrangeiras. No caso do Institute for Building Informatics of Graz University of Technology, Austria, o curso de Engenharia Civil foi implementado usando um novo sistema de e-learning chamado WBT-Master em que as plataformas típicas fornecem somente “(...) standard tools without taking into consideration special needs of such specific user groups like Civil Engineering students (Ebner, Martin; Scerbakov, Nikolai; Maurer, Hermann, 2006). O objetivo deste projeto foi o de estender a funcionalidade do programa WBT-Master para apoiar o paradigma específico do eLearning. Constatou-se dessa experiência que as alterações recomendadas tornaram o ambiente eLearning substancialmente mais utilizável aumentando a aceitação dos estudantes.

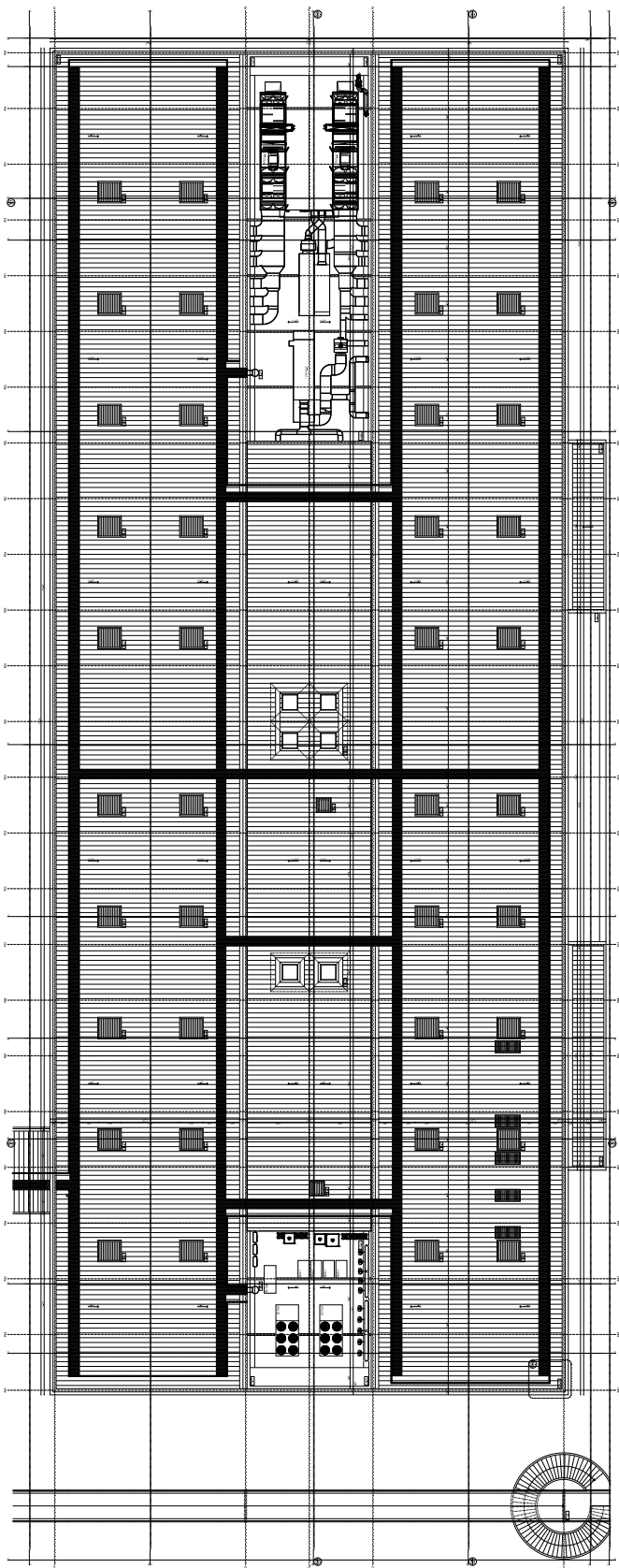
Museu dos Coches – projeto integrador

Paulo Mendes da Rocha, projeta com esta visão integradora desde que nasce a ideia para cada edifício. Nas maquetes de papel que concebe para cada projeto, vai testando as “provocações” que irá fazer às leis essenciais da Física. Organiza os órgãos internos em sistemas racionalizados, claros e objetivos, para poder investir nestes “desafios”. Na primeira fase de concepção, supostamente a mais arbitrária, do processo criativo, parece arrumar as infraestruturas necessárias para a sobrevivência desse novo organismo para se deliciar no diálogo com a cidade, com o lugar e com as leis fundamentais da física. No Museu dos Coches, separam-se os programas com necessidades infraestruturais distintas. No edifício expositivo, a exposição dos Coches e as respetivas oficinas, as infraestruturas arrumam-se na galeria central do edifício expositivo, onde facilmente se pode baixar o pé-direito para ir buscar ar ao exterior. Desta solução aproveita-se para criar dois percursos expositivos para poder ver os Coches a diferentes cotas. No edifício Anexo arruma-se administração e o auditório com necessidades infraestruturais menos complicadas.

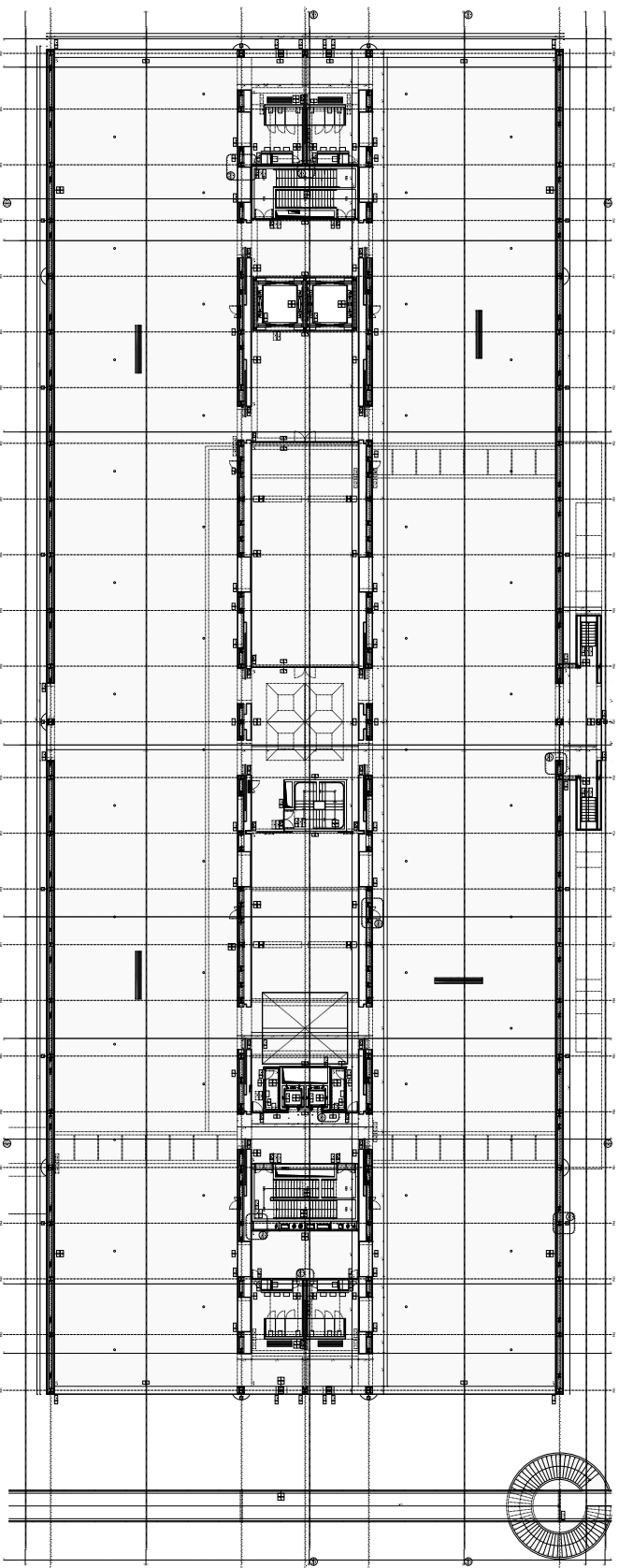
Assim se conseguiu, por uma ponte, começar a exposição na marginal passando por cima da linha férrea comboios e do mar de carros que freneticamente ultrapassam os comboios. Levantou-se o edifício para mostrar o rio à Junqueira. Da exposição rasga-se uma nesga a nascente para ver a ponte a longe, a ponte espreita-se para a nova ponte para ver quem vem aí. No edifício anexo, deixa-se vazio um esqueleto de edifício para que o casario possa ver o que se faz nesta nova casa. A transparência do que será o restaurante rouba os jardins de Belém. Pela luz trazida pelas claraboias, refletem-se as casas num espelho de água pousado no auditório, para iluminar o vazio entre os gabinetes e a administração.

A percepção das necessidades das outras disciplinas concretizadas no primeiro gesto destas maquetes, deixaram espaço para que cada uma delas pudesse exibir o seu virtuosismo, seja na exuberância da estrutura, na simplicidade do tratamento do ar, na organização da complexa rede de infraestruturas ou na articulação da exposição de objetos de grandes e pequenas dimensões.

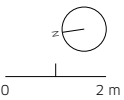
Desenhos gerais do edifício expositivo
General arrangement drawings exhibition building

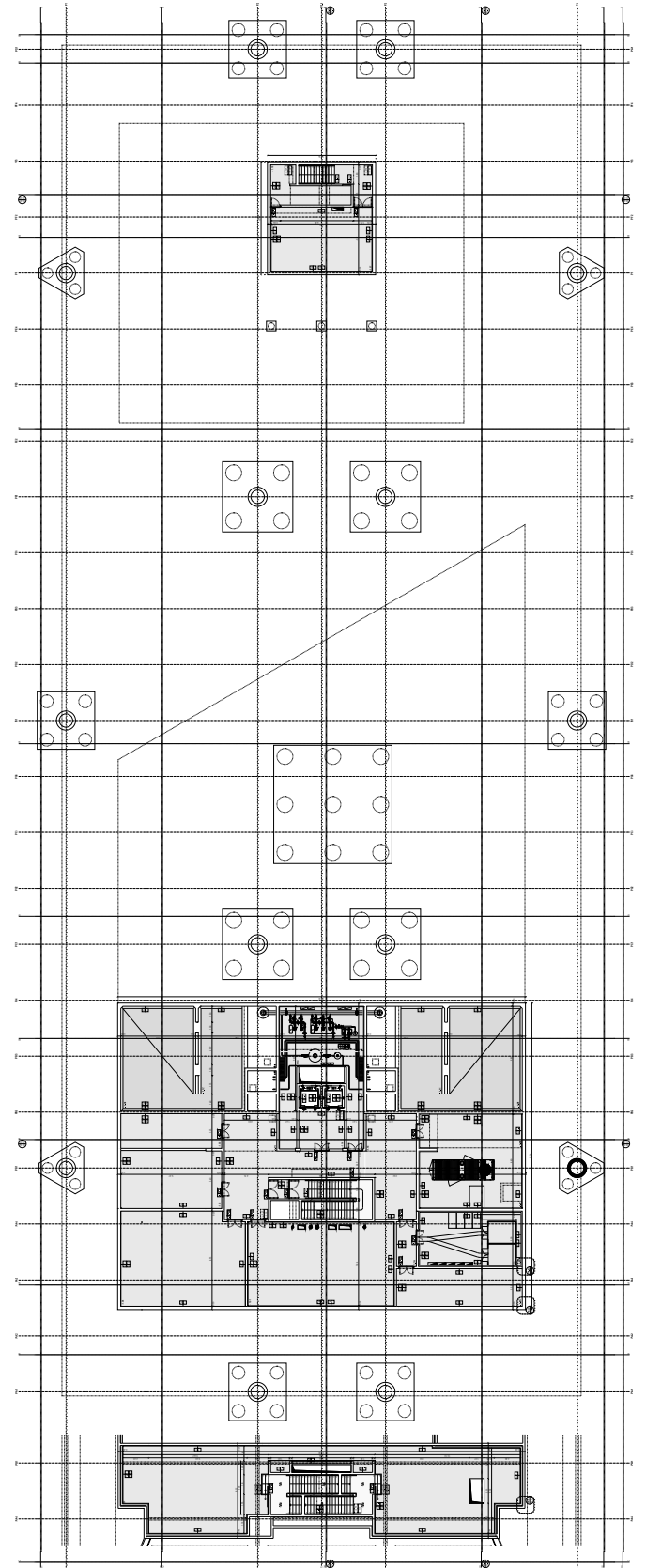
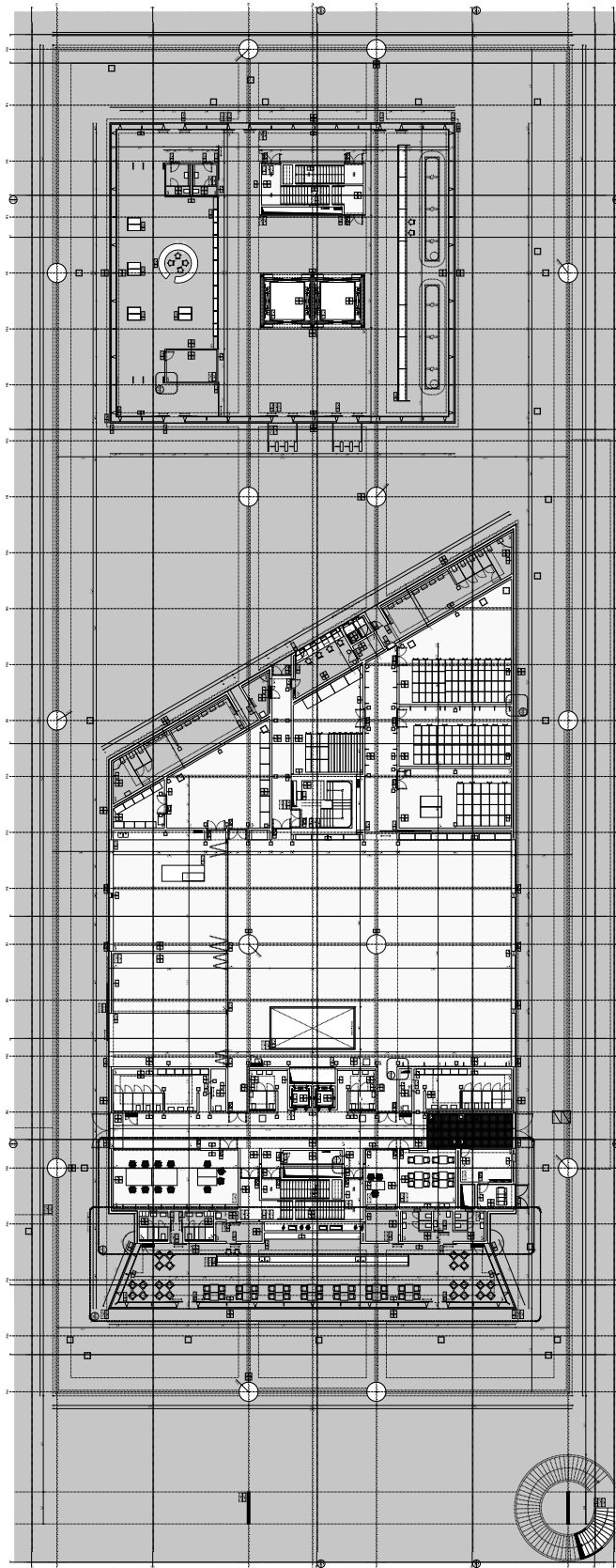


Planta da cobertura técnica
Roof technical plan



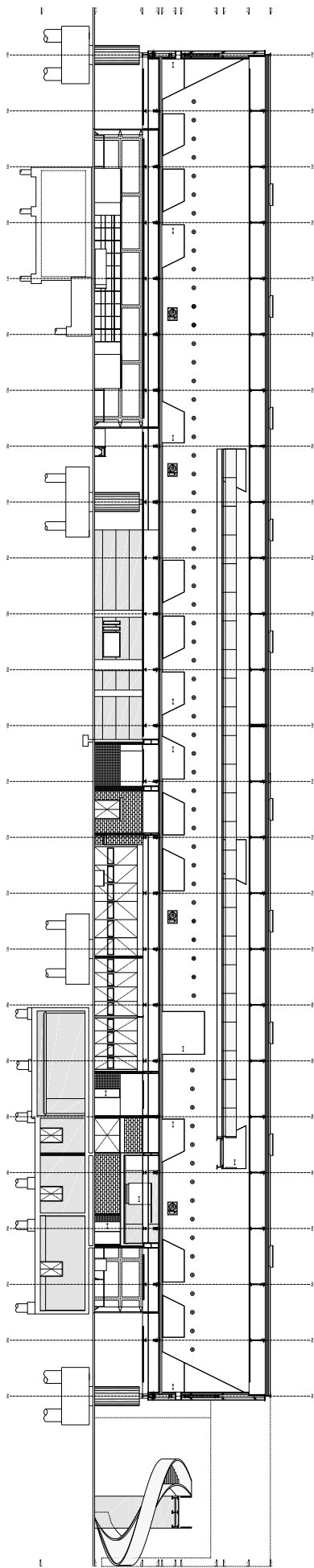
Piso exposição
Level 1 exhibition room



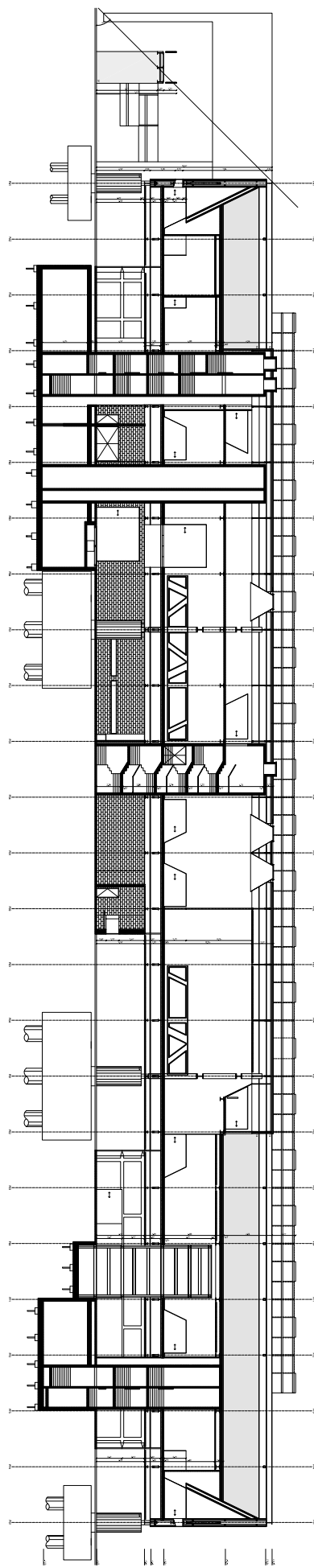


Planta piso 0 - entrada, oficinas, café
Ground floor plan - entrance, workshop, cafe

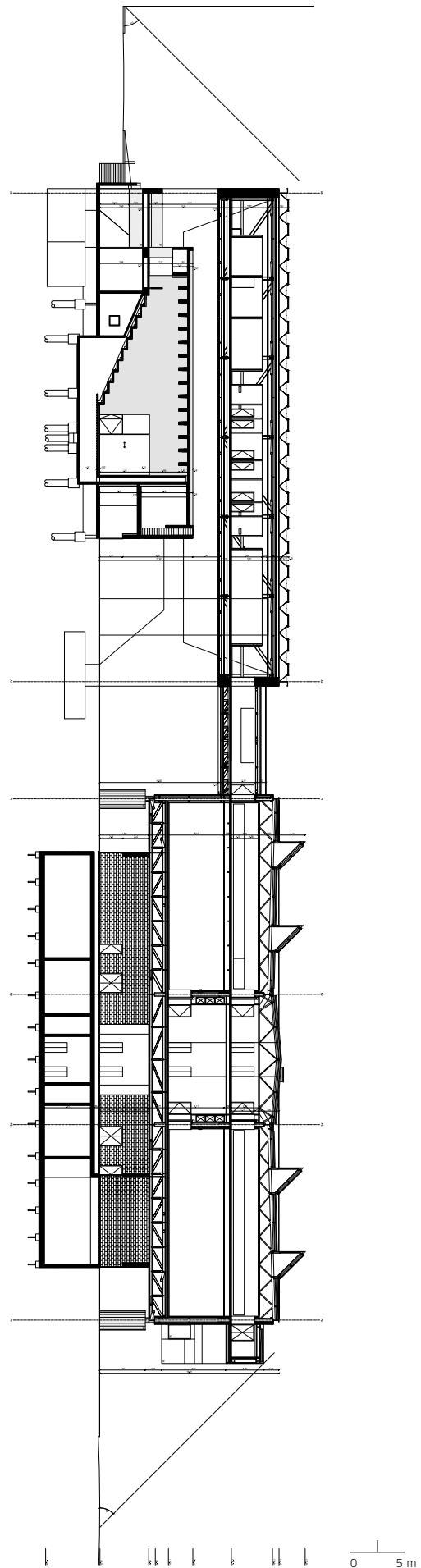
Planta piso cave - oficinas
Basement floor plan - workshop



01



02



03

01
Corte pela sala de exposições
Sections - exhibition room

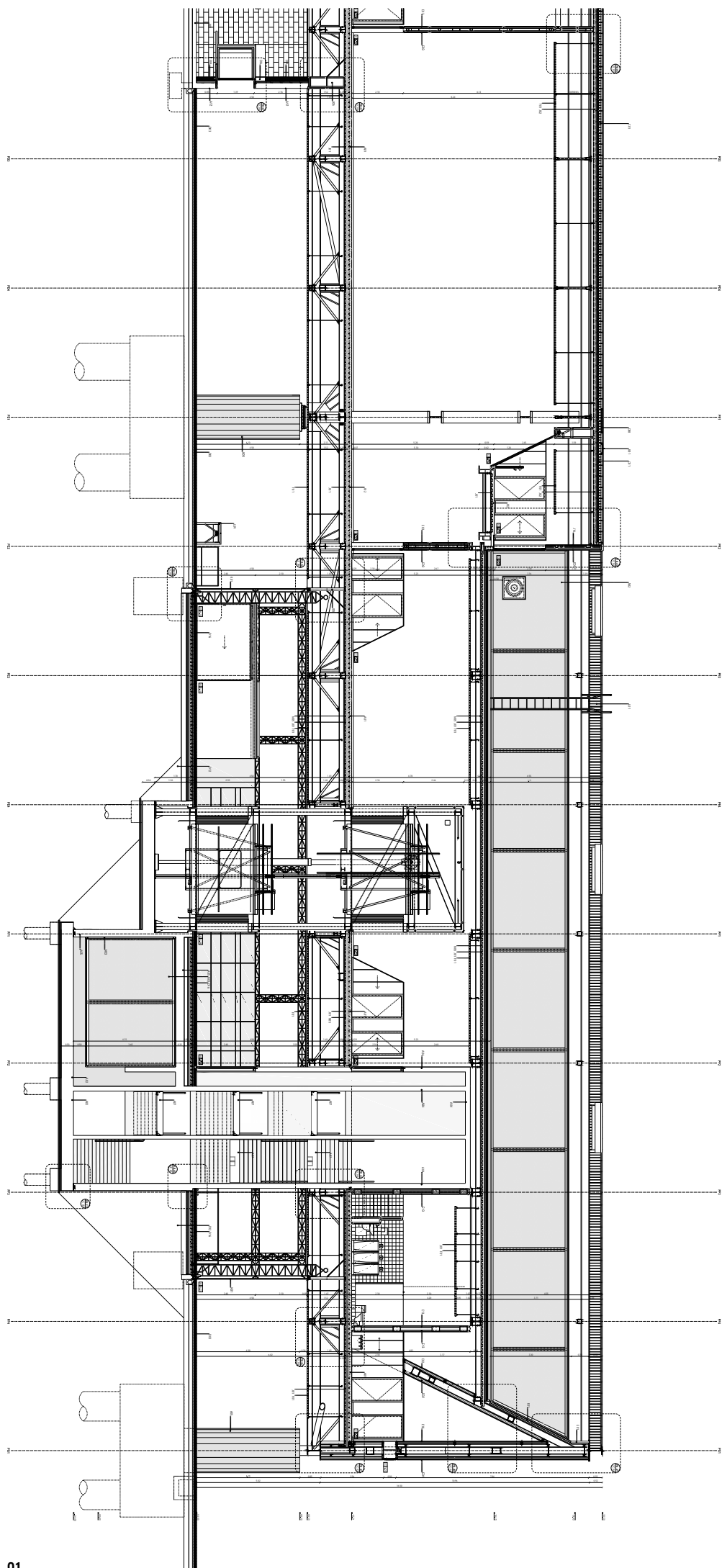
02
Corte pela ala central
Sections - technical areas

03
Corte transversal
Cross section

04
Corte transversal
Cross section

0 2 m

04



Constituição dos elementos construtivos

Cobertura

Sistema de cobertura SKINZIP, composto por: barreira de vapor, perfil separador OMEGA, clip de fixação SKINZIP SZ-K100, isolamento térmico em lã mineral, densidade >70Kg/m³, 40 mm ESP., perfil SKINZIP SZ 65/450 com bandeja em aço lacado e acessórios para fixação de subsistemas de manutenção e segurança. Cor RAL 9016. Chapa de aço perfurada (>20%) do tipo HAIRONVILLE 4.225.54 SC ou equivalente, em aço galvanizado. Acabamento com tinta de esmalte de poliuretano bi-componente alifático mate, cor RAL 9016.

Paredes exteriores PEX

Sistema de revestimento para exterior do tipo KNAUF AQUAPANEL OUTDOOR ou equivalente, composto por: membrana de impermeabilização tipo KNAUF TYVEK STUCCO WRAP, placa de cimento PORTLAND AQUAPANEL OUTDOOR, malha superficial em tecido reforçado 160gr, reboco superficial de cimento PORTLAND com cargas minerais e resinas sintéticas de cor branco, impregnação exterior GRC de microemulsão siloxânica, revestimento de estrutura fina MATESICA DURACRIL REF. 550 e pintura lisa de base aquosa, cor RAL 9016.

Revestimento interior autoportante em gesso cartonado auto-portante tipo KNAUF W626/90/400H, Com dupla placa de gesso cartonado tipo KNAUF corta-fogo rf (tipo DF) + impregnado (tipo H), 30 mm (15+15) ESP. Acabamento com tinta aquosa mate, cor RAL 9016.

Caixilharia

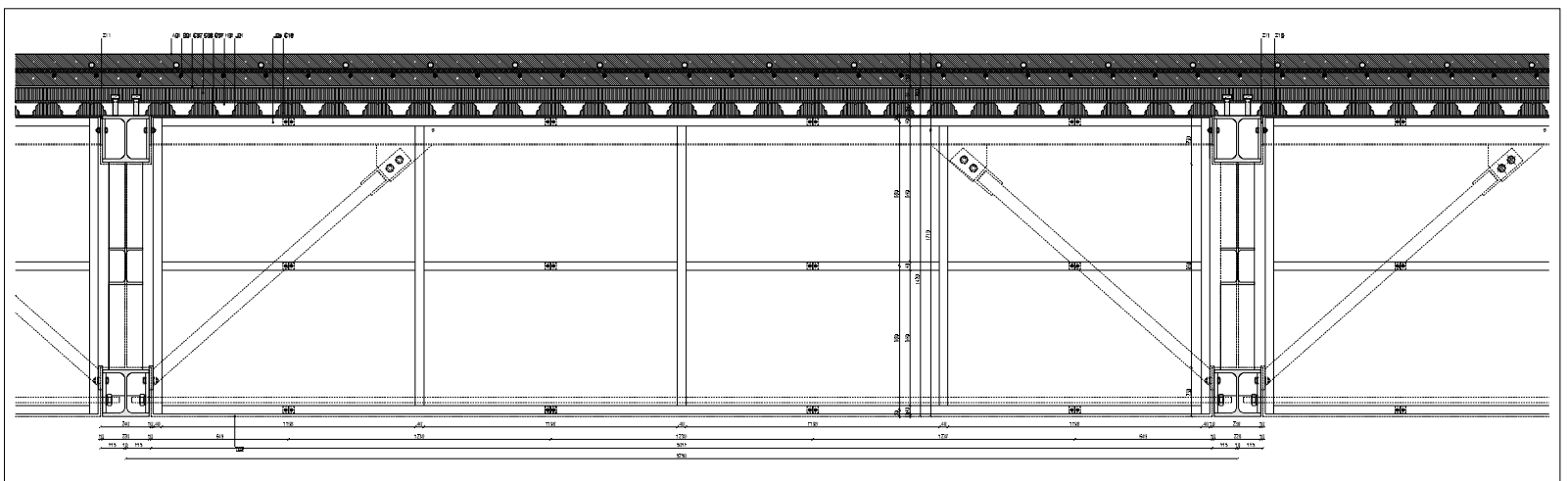
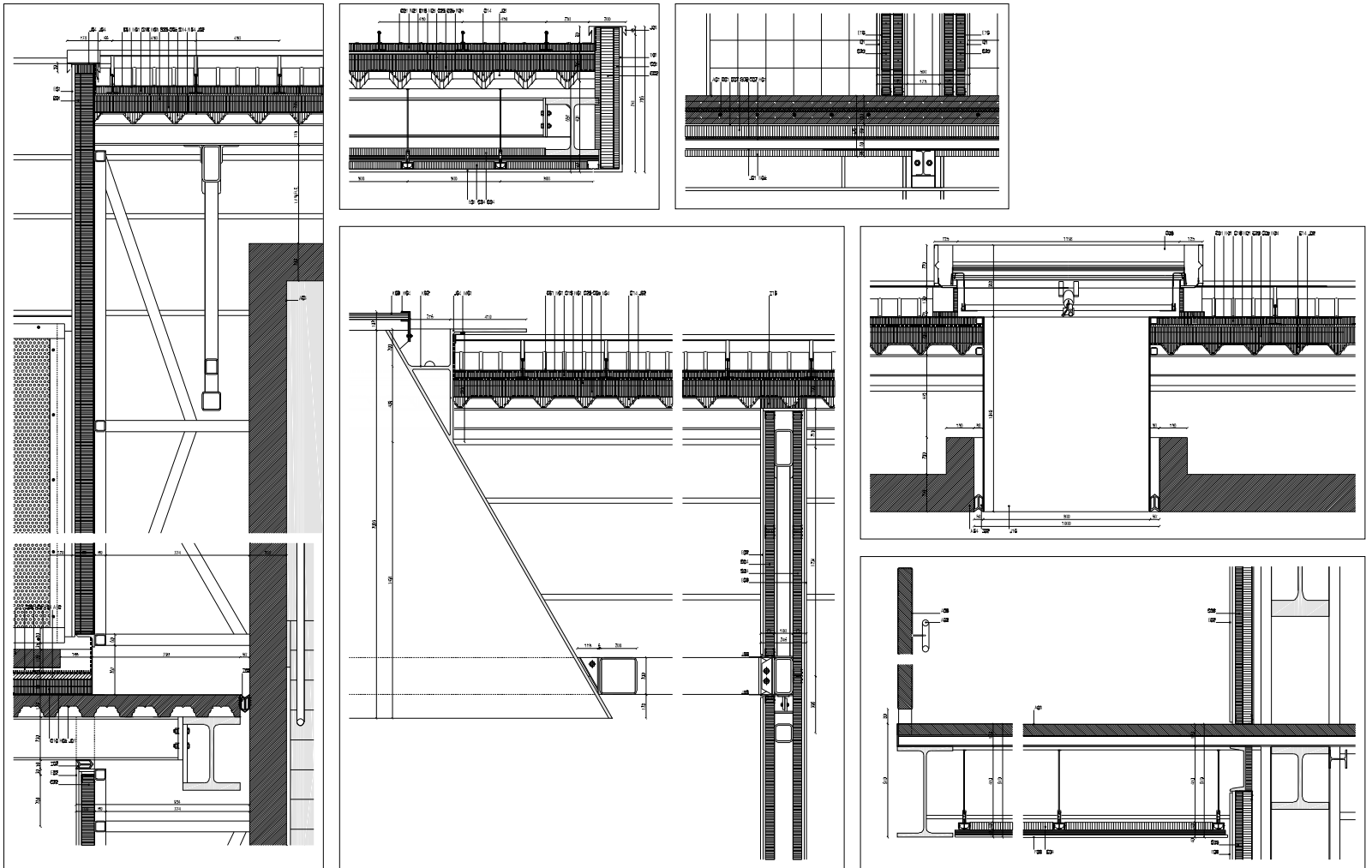
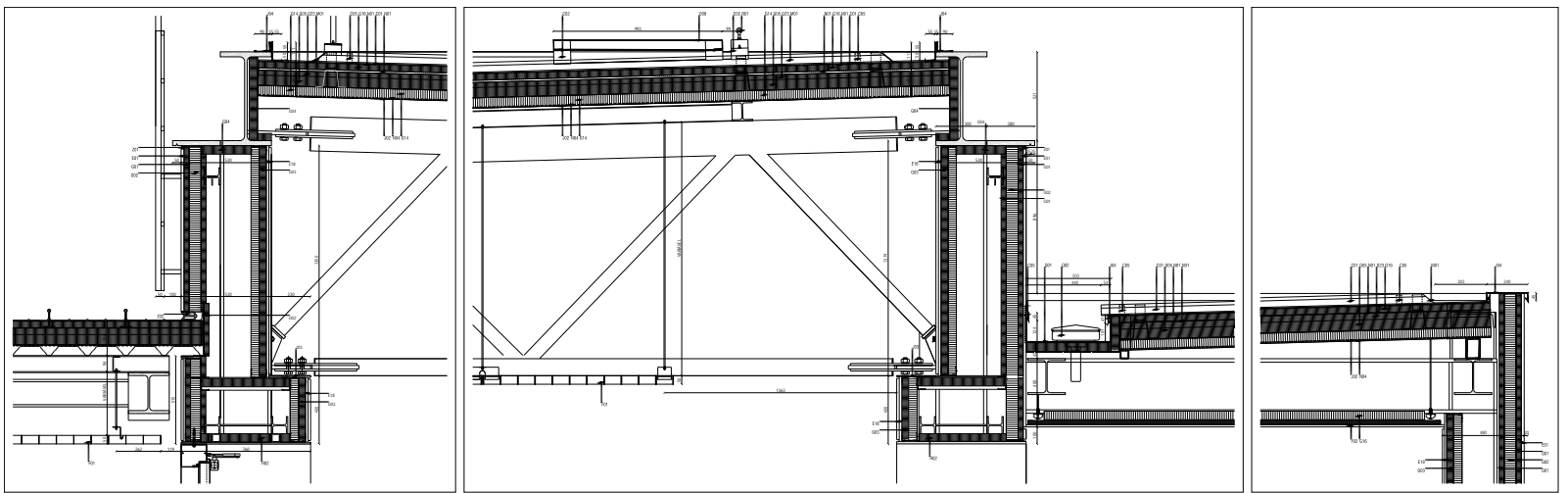
Perfis do tipo NOVOFORM RIEXINGER, em aço galvanizado termolacado, 50 mm, vidro laminado do tipo SGG CLIMAPLUS SOLAR CONTROL ou equivalente, 34 mm: SGG COOL-LITE SKN154 10 mm ESP. (EXT) + SGG COOL-LITE SKN12 mm ESP. (INT) + CÂMARA DE ARGON 12 mm ESP.

01

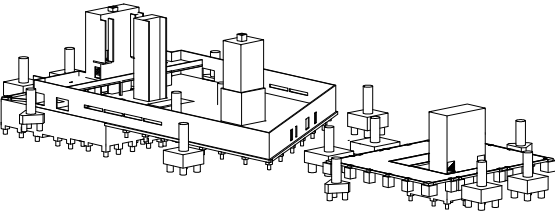
Corte longitudinal parcial
Partial long section

02

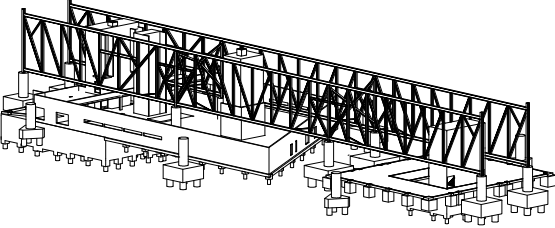
Detalhe construtivo da cobertura
Roof construction details



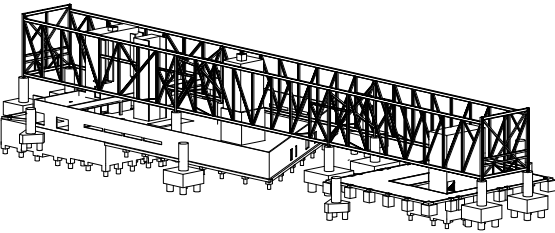
1. Execução de fundações e pilares exteriores com escavação e execução da cave em paralelo
Construction of foundations and outer columns and simultaneous construction of basement.
2. Execução das caixas de escadas, núcleos dos elevadores e entre-piso em betão armado
Construction of staircase, elevator shaft and intermediate level in reinforced concrete.



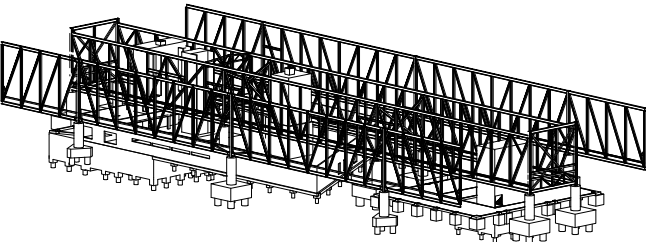
3. Montagem das treliças centrais com recurso a "torres de escoramento" para travamento dos montantes no sentido transversal e/ou com ligações aos núcleos das escadas e elevadores já executados. As treliças são montadas "in situ" e posicionadas em troços com comprimentos entre 17 e 20m.
Assemblage of trusses with support structures to restrict transversal displacements and/or use of staircases and elevator shafts. Trusses are assembled on site and positioned in segments of 17 to 20 m in length.



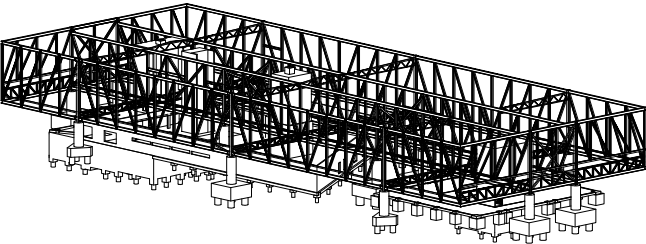
4. Execução dos elementos das treliças transversais no vão central de 12,0m.
Assemblage of transversal truss elements on the central 12 m span.



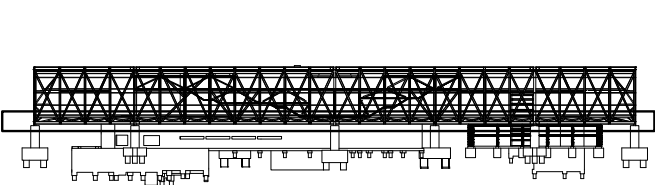
5. Execução das treliças longitudinais de fachada com recurso a "torres de escoramento" para travamento dos montantes no sentido transversal.
Assemblage of longitudinal façade truss elements using support structures to restrict transversal displacements.



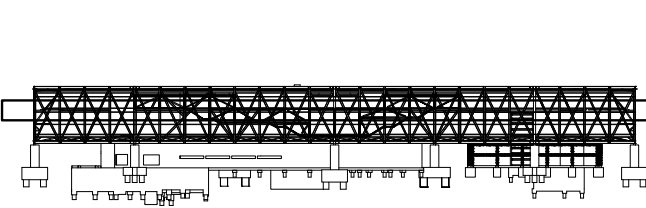
6. Execução das treliças transversais.
Assemblage of transversal trusses.



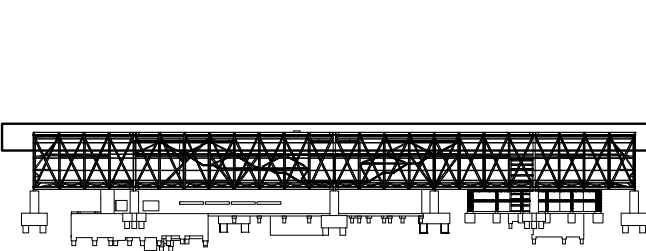
7. Execução das treliças, madres e travamentos do piso 1
Assemblage of steel structural elements on floor 1.



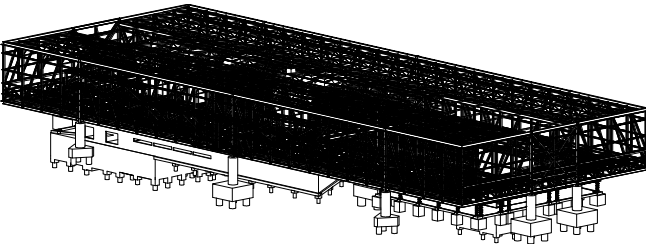
8. Execução da estrutura de aço do piso 2
Assemblage of steel structural elements on floor 2.



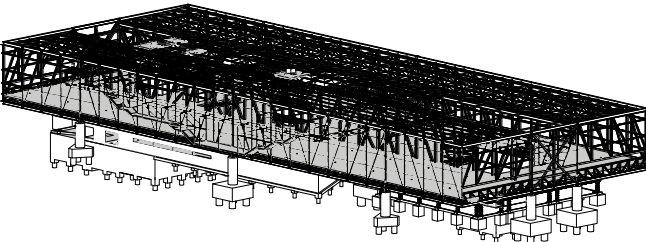
9. Execução das restantes treliças da cobertura, madres e travamentos
Assemblage of remaining steel structural elements.



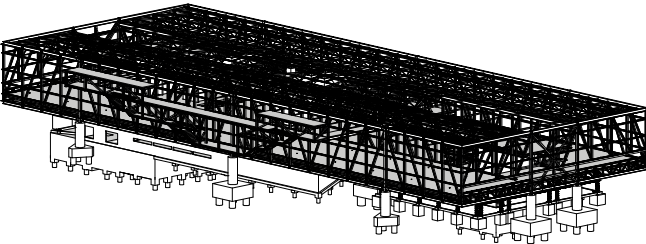
10. Execução da estrutura do avançado da fachada
Assemblage of the façade structure.



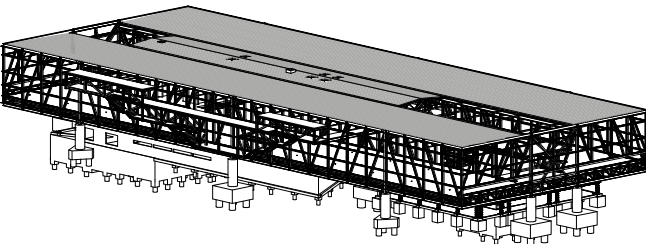
11. Betonagem contínua da laje do piso 1 nos vãos laterais e no vão central; execução de juntas com os elementos verticais em betão armado e a estrutura metálica, nomeadamente montantes, diagonais e travamentos.
Continuous concrete laying on slabs on inner and outer wings of floor 1; Construction of joints between vertical concrete elements and the steel structure.



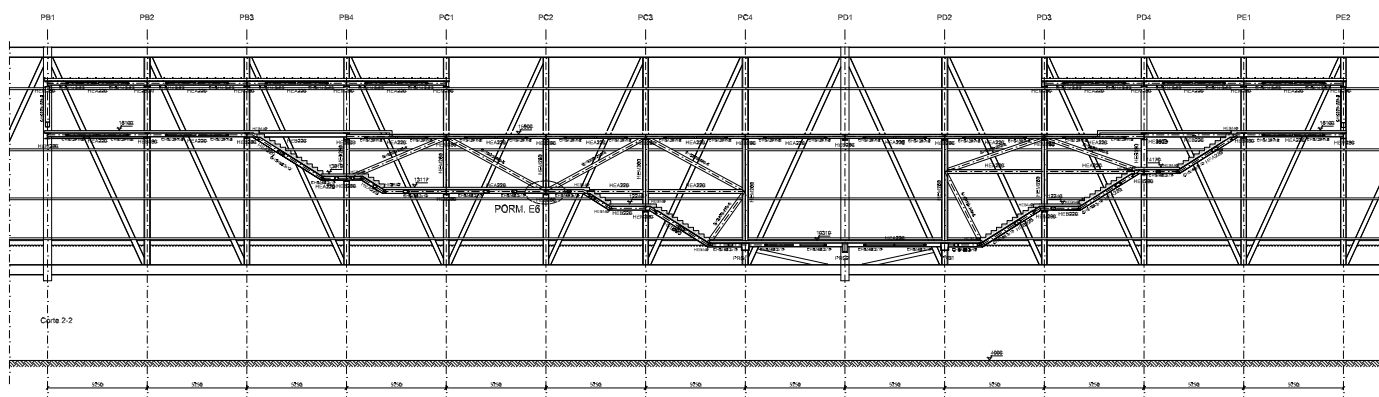
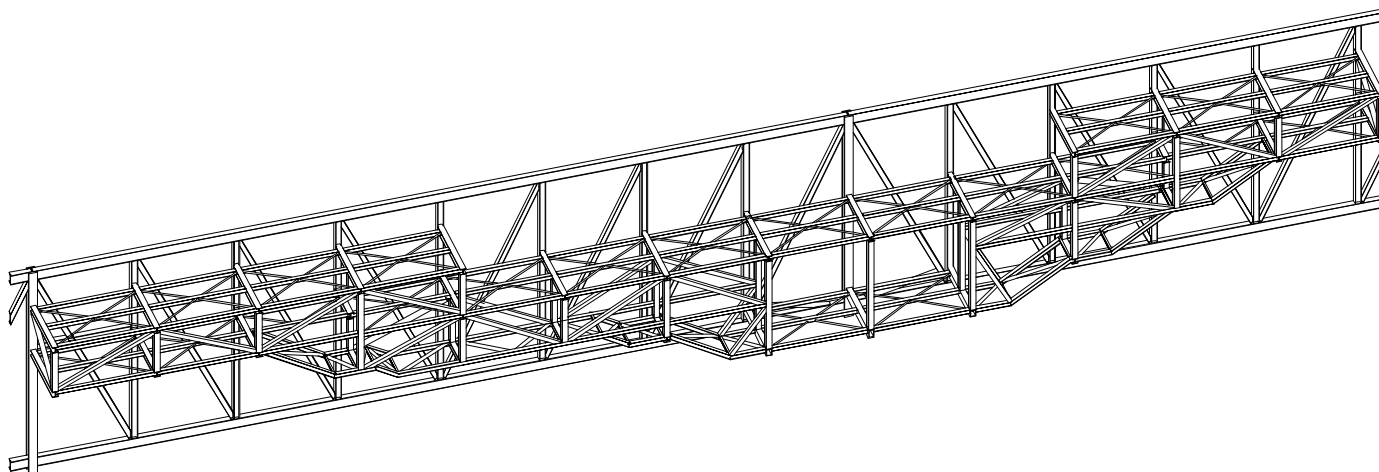
12. Betonagem das lajes do piso 2 e da estrutura das escadas do avançado do alçado maior.
Concrete laying on slabs on floor 2 and staircase on the higher side of the building.



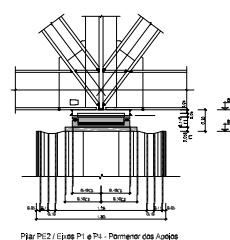
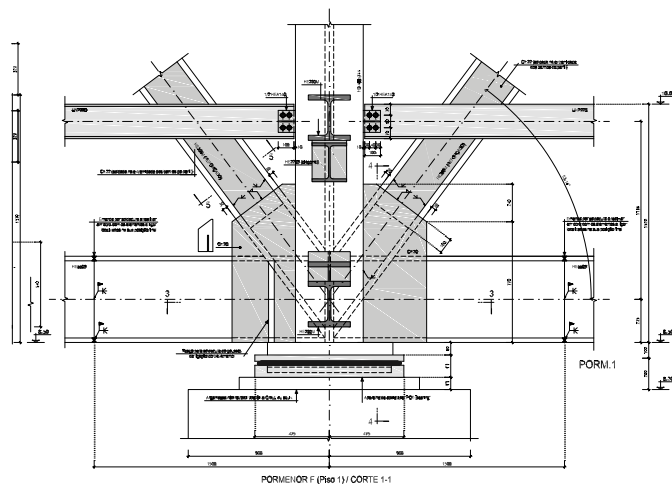
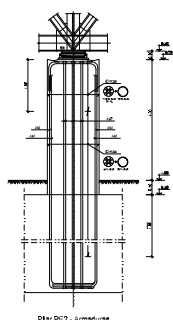
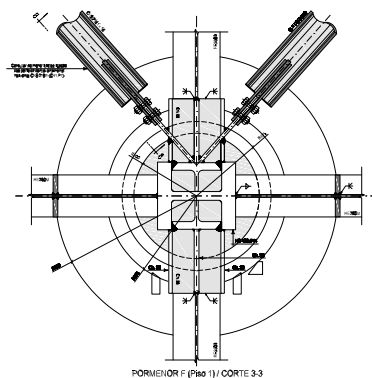
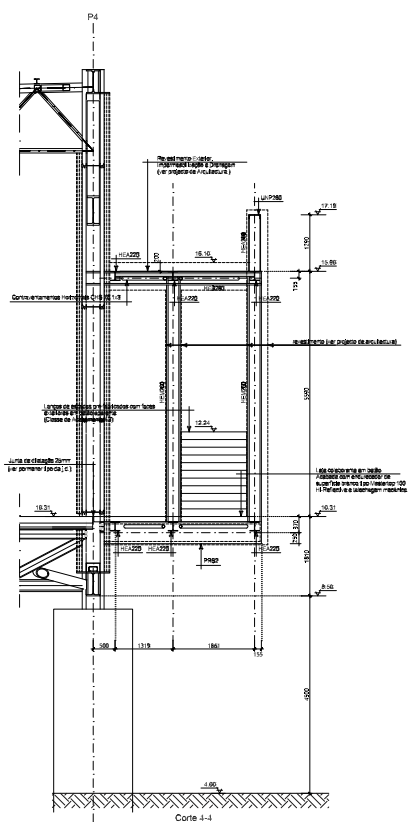
13. Colocação da chapa de cobertura.
Assemblage of roof cover.



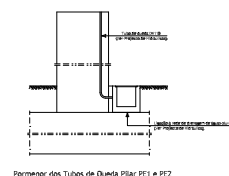
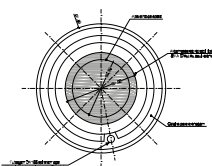
- 01** Sequência construtiva
Construction sequence
- 02** Estrutura da escada exterior, corte longitudinal
Structure of exterior stairway, longitudinal section
- 03** Escada exterior, corte transversal
Structure of exterior stairway, cross section
- 04** Aparelho de apoio da estrutura metálica nos pilares de betão armado
Steel structure support devices on reinforced concrete columns



02

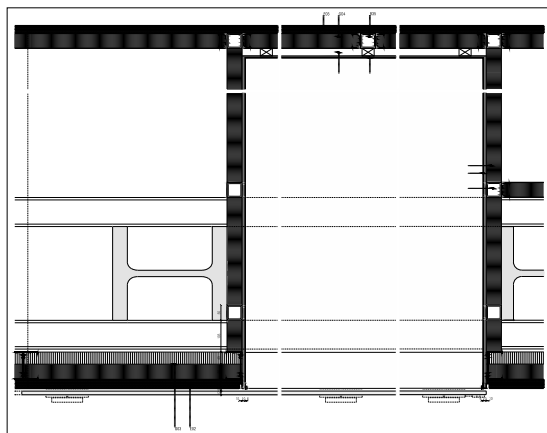


Pormenor da Caldeira de Drenagem no Coroamento dos Pilares

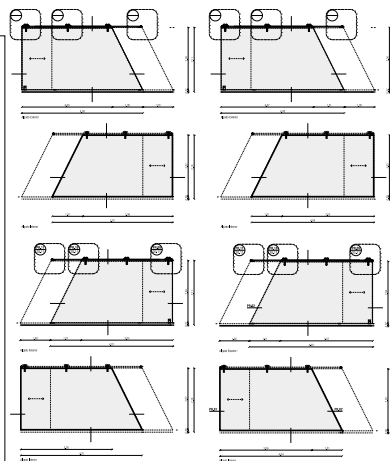
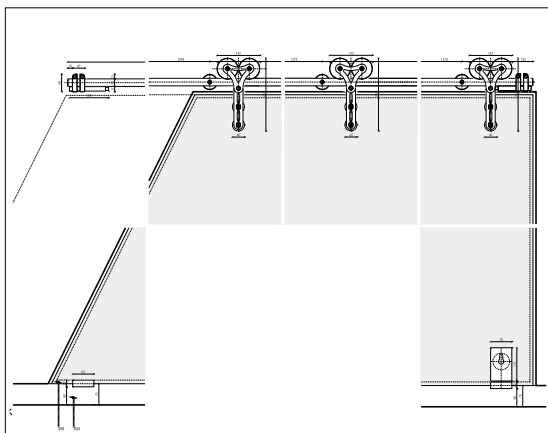


03

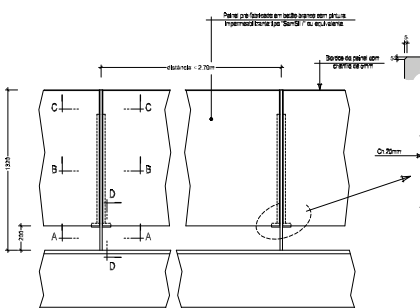
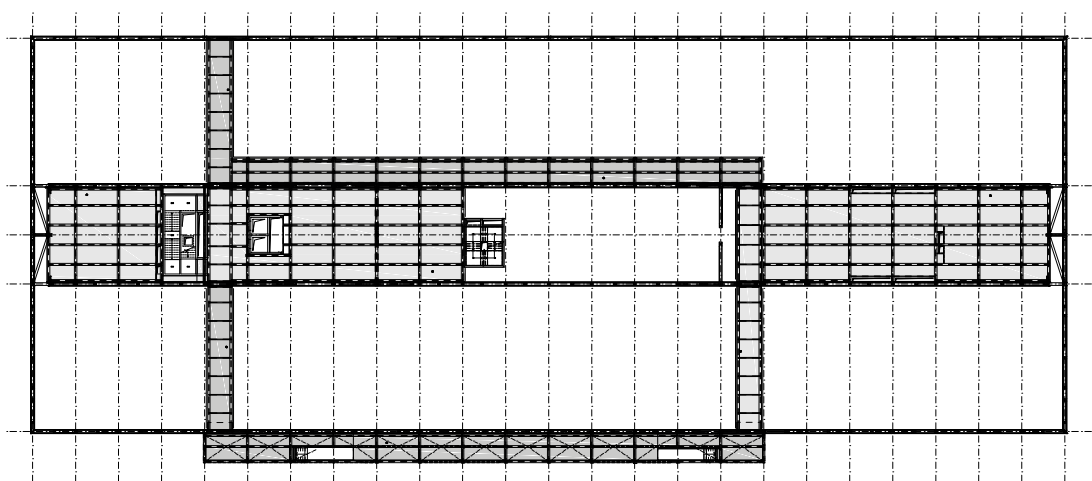
04



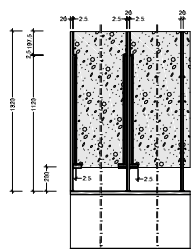
01



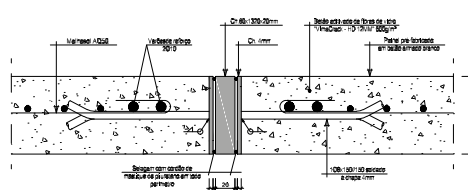
- 01**
Vitrines de exposição
Showcases
- 02**
Guarda interior. Planta geral.
Interior Guards. General plan.
Construction details



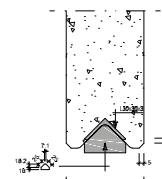
DIMENSIONAMENTO DAS GUARDAS
ALÇADO



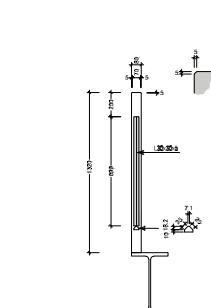
CORTE E-E



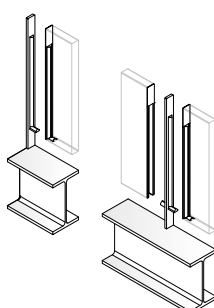
PORMENOR DE LIGAÇÃO/SUPOORTE DAS GUARDAS
CORTE C-C



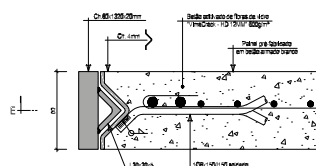
PORMENOR DE LIGAÇÃO/SUPOORTE DAS GUARDAS
CORTE D-D



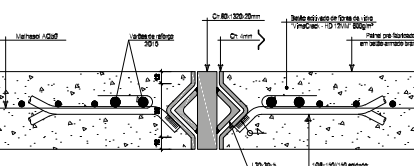
DIMENSIONAMENTO DOS PRUMOS VERTICAIS
ALÇADO



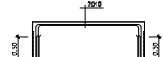
PERSPECTIVA DOS PRUMOS DE SUPORTE
DAS GUARDAS DE BETÃO PRÉ-FABRICADAS



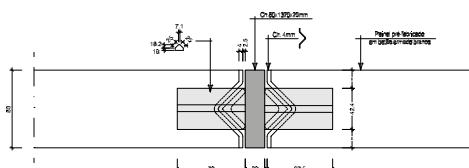
PORMENOR DE LIGAÇÃO/SUPOORTE DAS GUARDAS
CORTE B-B - PRUMOS EXTREMOS



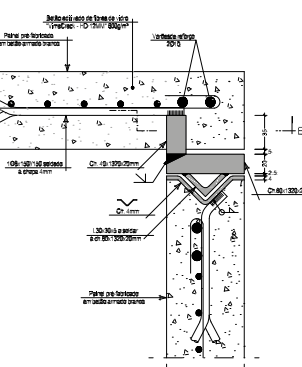
PORMENOR DE LIGAÇÃO/SUPOORTE DAS GUARDAS
CORTE B-B



PORMENOR DE AMARRAÇÃO
DOS VARÕES DE REFORÇO



PORMENOR DE LIGAÇÃO/SUPOORTE DAS GUARDAS
CORTE A-A



PORMENOR DE LIGAÇÃO/SUPOORTE DAS GUARDAS
CORTE B-B - PRUMOS DE CANTO

02

Imagens da fase de acabamento
Images of finishings stage



disciplined disciplined constrained

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria and João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Why did you let them talk you out of it, when you want to put those orthogonal feet, and make you adopt non-orthogonal feet and deviate from the rule you had imposed? As far as I know, it was a discussion! You're speaking about the shape of the administrative building's pillars. What is in place there, from that working session, that jam session.

Paulo Mendes da Rocha: It's always been like that for me...

Rui Furtado: There was a point when Paulo wanted to change the pillars but we were already so excited about them we talked him into leaving them.

PMR: Ah, well. The first idea was consensual because it was nicer, more elegant. Not least because those buttresses establish and ensure the very interesting transversal bracing, almost necessary from this perspective: if you put a vertical pillar there, it would have to have a large cross bracing for that reason, and would become a large pillar. If you solve it with those inclined cantilevered beams in the direction of the stresses/strains, with stresses you give in. Nothing

better. The structure loves to behave like that: to accompany the stress lines. All the more so because they're not the same. They haven't got a single common point. That is very elegant to show the type of stress being dealt with.

CdO: There's a connection between the structure, its function and its elegance. There's an adaptation to the stress that creates an image of elegance which is perceptible in the design. Although it is orthogonal, perhaps even a certain form of brutalism of minimalist architecture, but it's not, because it has the beauty, the poetry of the structure with this elegance.

PMR: Quite true. You want to see something that the whole world should know about, but is rarely commented on (because it's there to see)? When you're sailing in the middle of the Tagus, you see the bridge there and a train crossing the bridge. As this bridge extends a lot, after the suspension, into the land, it's possible to note this: when you see the train entering the bridge – and the sailing speed allows the train crossing the whole bridge to be seen, from your vantage point in this scenery, you see this: the train passes at low speed and then, as it leaves the suspended structure, it picks up speed. That is, if the engine driver want-

ed to topple the bridge, all he has to do is cross it at speed! Because of the load distribution that the train creates when it's moving over the bridge, it must travel at that speed to distribute the loads little by little, otherwise the bridge will fall. So, what is apparently stable and final is absolutely dynamic! And this is true, in general terms, for all structures, but you don't see it much. Hence, the beauty of a stadium, for example. In general, these stress points, like the figure of the pillar we're talking about, the way in which the aerial structure of the museum rests on the large pillars that are connected to the foundation, it becomes quite apparent that this is necessary. Once it's done, it accepts greater demands than simple solutions, like, say, a pillar every 10 metres, or something like that. It's better! What seems difficult, on the contrary becomes better. To concentrate the loads, provide a wide dimension for horizontal stability, all that... It's a lesson we can only discuss properly by looking at the figure. They're languages. Architecture is a discourse, first and foremost. Don't you think architecture is a discourse? It's a great discourse about knowledge. Born out of necessity. And urgency sometimes!

CdO: What is your role and the team's role in the

Ar a obra ning ction

[Bárbara Rangel, José Amorim Faria e João Pedro Poças Martins]

Cadernos d'Obra: Como é que os convenceu a não obedecer à regra que impôs, quando queria pôr no edifício anexo aqueles pés ortogonais? Foi uma grande discussão, tanto quanto sabemos! Estamos falando da forma dos pilares do edifício administrativo. Aquilo que está ali presente, daquela sessão de trabalho, daquela *jam session*.
Paulo Mendes da Rocha: Para mim, sempre foi assim...

Rui Furtado: Houve uma altura em que o Paulo quis mudar os pilares e nós já estávamos tão entusiasmados com eles, que o convencemos a deixar ficar.

PMR: Ah bom! A primeira ideia foi de comum acordo, porque era mais bonita, mais elegante. Mesmo porque aqueles contrafortes estabelecem e asseguram o contraventamento transversal muito interessante, quase necessário do ponto de vista seguinte: Se você fizer ali um pilar a prumo, ele teria de ter, por essa razão de contraventamento transversal, uma grande dimensão e ficava um grande pilar. Se resolver assim com aquelas consolas inclinadas na direção dos esforços solicitantes, quando a coisa é solicitante,

você cede. Nada melhor. A estrutura gosta muito de fazer assim: acompanhar as linhas de esforço. Tanto que elas não são iguais. Não coincidem num ponto. Aquilo é muito elegante para mostrar o tipo de esforço que está a ser enfrentado.

CdO: Existe uma ligação entre a estrutura, a sua funcionalidade e a sua elegância. Há uma adaptação ao esforço que cria uma imagem de elegância. Que se percebe neste projeto. Embora seja ortogonal, até uma certa forma de brutalismo da arquitetura. Mas não é, porque tem toda a beleza, a poesia da estrutura com esta elegância da estrutura.

PMR: Absolutamente verdade. Você quer ver uma coisa que todo mundo deve saber, mas que se comenta pouco (porque se vê)? Quando você vem navegando no meio do Tejo, vê a ponte absolutamente lá e um trem que está atravessando a ponte. Como essa ponte se prolonga muito, depois do pênsil, para dentro do território, dá para se notar o seguinte: Quando você vê o trem entrando pela ponte, e pela velocidade da navegação dá tempo de ver o trem atravessando a ponte inteira, dessa posição privilegiada na plateia desse cenário. Nota-se o seguinte: o trem passa numa velocidade baixa, e lá pelas tantas, quando sai da estrutura pênsil, ele aumenta a velocidade.

Se o maquinista quisesse derrubar a ponte, era só passar depressa! Pela distribuição de cargas que o trem faz pela sua movimentação naquela estrutura, tem de ter aquela velocidade para ir distribuindo as cargas pouco a pouco, porque senão a ponte cai. Portanto, aquilo que aparentemente é estável e definitivo, é absolutamente dinâmico! E tudo isso aparece em qualquer estrutura grosso modo, mas vê-se pouco. Por isso a beleza de um estádio, por exemplo. De um modo geral, esses pontos de solicitação, como a figura desse pilar que estamos discutindo, a maneira como a estrutura aérea do museu se apoia nos grandes pilares que estão vinculados à fundação, fica muito evidente que isso é praticamente necessário. Uma vez feito, ele aceita exigências maiores do que aquilo que é muito simples, um pilar a cada 10 metros, coisas assim. É melhor! Aquilo que parece difícil fica sendo, ao contrário, melhor! Concentrar as cargas, dar uma grande dimensão para estabilidade horizontal, tudo isso... É uma lição que se pode conversar claramente só olhando à figura. São linguagens. A arquitetura é, antes de mais nada, um discurso. Você não acha que a arquitetura é um discurso? É um grande discurso sobre o conhecimento. Advindo da ne-



various stages of the project, in the initial brief, the preliminary study, the final design? Then, an issue I'd like you to develop further: what is your position in the work? How was all this developed?

RF: The intensity of these jam sessions we've been talking about is stronger in the beginning, of course, to bring it all to fruition. And this intensity was also dictated by a reason: in the contract discussions, the design was approved, they really liked it, and they defined a budget. They said: "This is how much money we have to do it". About 31 million. They wanted to build into the contract a clause to make it compulsory to respect the budget. At that time, because there are contracts, responsibilities, etc. in addition to all these discussions, we all agreed between ourselves that we couldn't sign the contract with that clause in without knowing for sure the amounts involved in the work, the project costs. Based on this, an initial phase was defined, a month or so, during which we'd make this study – as a first instalment of the design – we'd come to a conclusion and then the design would continue or not according to the values we'd have arrived at. With regard to the structures, for instance, there was no previous experience to know the costs of this solution, you

can't use the costs of a different job to say that this will cost the same as that other. There was no previous experience! This led to a very intense period of work, a month or so, with a large architectural team, with Ricardo, and our team, with all the trades, to produce a kind of preliminary study which confirmed all these assumptions. This was a period in which lots of decisions had to be taken and we had to make numerous contacts, so that we could define everything. Ricardo with the finishes, who had to prepare an estimate for all this, and ourselves with engineering. This first stage was very, very intensive, it allowed us to come not only to a price, but to the solution for the whole design, basically. That's what happened.

CdO: That's great because it's really a budget test. It should be compulsory for every project.

RF: But it was promoted by us, precisely because we didn't want to sign the contract without this knowledge. And it was obligatory because Paulo was about to take responsibility for something he couldn't control.

PMR: This method has one great virtue, which concerns my working method, which is the same as Rui's, as a great mathematician, someone who mainly calculates structures. He knew how to set

up and saw the need to set up an office which solves the whole technological side of the construction. So, the interfaces between piping, water, electricity, compressed air, air conditioning networks, he coordinates all that, and brings that desire to fruition. In a sense, you can say that the project was always sustainable; these demands haven't resulted in much negotiation. It actually continued more or less as it began and, looking at that budget, the work, certain quantities decreased, rather than changing the concept.

RF: Yes, in the end, there was a need to make adjustments, particularly in the building area. I don't know if you noticed but Paulo has always talked about 150 m. Up to this day, I've never heard Paulo acknowledge that the building only had 126 m. [laughter]

PMR: A 20 m pavilion ended up at 18 m!

RF: Ah, he knows after all!

PMR: I know, but since it hurts a little... [laughter + more laughter]

CdO: There's still the issue of technical assistance we'd also like you to comment on; how has support for the work functioned? Let's talk freely about the design stage and technical assistance.

Ricardo Bak Gordon: As for the design stages,



cessidade. E às vezes da urgência!

CdO: Qual é o seu papel e o papel da equipa, nas várias fases deste projeto, no programa-base, no estudo prévio, no projeto de execução. Depois, uma pergunta que gostaria que desenvolvesse mais: qual é a sua postura na obra? Como é que tudo isto se desenvolve?

RF: Evidentemente que a intensidade destas *jam sessions* de que estamos a falar é muito mais forte no início, no sentido de materializar isso. E essa intensidade também foi forçada por uma razão: nas discussões contratuais, o projeto foi aprovado, gostaram muito, e definiram um orçamento. Disseram “há este dinheiro para o fazer”: eram cerca de 31 milhões. Quiseram incluir no contrato uma cláusula de obrigatoriedade de respeitar o orçamento. Nessa altura – porque, para além de toda esta conversa, há contratos, há responsabilidades, etc. – nós todos (combinámos entre nós) não poderíamos assinar o contrato com aquela cláusula sem termos a certeza dos valores que estariam inerentes à obra, dos custos do projeto. Com base nisso definiu-se uma fase inicial, de um mês e pico, um mês e meio, em que nós – numa primeira prestação do projeto – faríamos esse estudo, chegaríamos a uma conclusão, e depois, no

fim dessa fase, o projeto continuaria ou não em função dos valores a que tivéssemos chegado. No que diz respeito às estruturas, nomeadamente, não há experiência prévia para conhecer os custos desta solução, não podes recorrer a custos de outra obra para dizer que esta vai custar o mesmo que aquela. Não havia experiência anterior! Isto deu origem a uma fase trabalho muito intensa, de mês e pico, de uma equipa grande do lado da arquitetura, com o Ricardo, e do nosso lado, com as especialidades todas, para produzir uma espécie de um estudo prévio que conseguiu confirmar todos esses pressupostos. E esse foi um momento em que houve muita decisão para tomar e foi um momento em que tivemos uma grande intensidade de contactos, exactamente para podermos definir tudo. O Ricardo nos acabamentos, que teve de fazer uma orçamentação de tudo isto e nós nas engenharias. Essa primeira fase foi intensíssima, permitiu-nos chegar ao fim não só com o preço, mas com o projeto todo resolvido, basicamente. Foi isso que aconteceu.

CdO: Isso é ótimo porque é, no fundo, um *budget test*. Devia ser obrigatório em todos os projetos.

RF: Mas foi promovido por nós, exactamente porque não quisemos assinar o contrato sem esse

conhecimento. E foi forçado porque o Paulo ia assumir uma responsabilidade de uma coisa que não conseguia controlar.

PMR: Este método encerra uma grande virtude, que tem a ver com o meu modo de trabalhar, que é o modo de trabalhar do Rui, como grande matemático, calculista principalmente de estruturas. Ele soube montar e viu a necessidade de ter montado um escritório que resolve toda a parte tecnológica da construção. Portanto, as interfaces entre tubulações, redes de água, eletricidade, ar comprimido, climatização, ele coordena tudo isso, e vai realizando aquele desejo. Num certo sentido, pode dizer-se que o projeto sustentou-se sempre: essas exigências não nos obrigaram a grandes tratados. A ponto de se ter mantido mais ou menos a mesma coisa e, olhando esse orçamento, a obra, foi diminuindo em certas quantidades mais do que mudando propriamente o conceito.

RF: Sim, no final disto houve necessidade de um ajustamento, nomeadamente na área do edifício. Não sei se repararam mas o Paulo falou sempre de 150 m. Até hoje nunca ouvi o Paulo reconhecer que o edifício só tinha 126 m! [risos]

PMR: Um pavilhão de 20 ficou com 18 metros!

RF: Ai, sabe, afinal sabe!



what's worth mentioning is that we've always been together, as representatives of the three offices involved, and with MMBB in Brazil (in the latter case, more at the start). What is important to say is that with a basis, which is the matrix in this plan, almost all the major issues in the building, even the technical ones, were answered. If you think about the air conditioning infrastructure, it's in this plan. Everything is here. Where's the structure? It's here... Where are the plant rooms? They're here. Everything is already here. In this plan, it's all here. Everything was made quite easy.

PMR: I only came here as a tourist. They had everything under control!

RBG: Thanks to this first stage, what eventually happened was that we were obliged to have an almost overall preview, even about the constructive and technical systems, from the word go. Afterwards, there were always consecutive working procedures, on the technical and the execution sides, more between Rui and us, in order to keep cross-referencing information: in the case of AFA, the investigation about the systems to be adopted, and in ours, on constructive systems, finishing materials and also detail. We always had working meetings, even to discuss the glazing, the types of spans, the building finishes, etc. It always resulted from our talks. What was real-

ly funny was that the physical production centre gradually relocated from Brazil to Portugal, in a more or less natural way, that is...

PMR: Between architects, not in a very bureaucratic way...

RBG: Always between architects, in a natural way. What started as a series of working sessions in Brazil, then during the transition, for the preliminary study and the licensing, it all moved to this side and, during execution, the major working meetings were held here in Portugal. Somewhere down the line, inevitably, Bak Gordon and AFA appointed, in addition to us, a project manager for this, who also coordinated the technical teams, and they worked in perfect concord, whether it was Engineer Armando Vale from AFA Consult, or Nuno Costa from Bak Gordon, and spent all these years on-line every day cross-referencing architectural decisions with decisions from the different trades... Then the exhaustive inventories of constructive systems, options about the large spans, the roofing systems, the skin zips, the interior finishes, the working systems for storage and workshop spaces and so on. So, a series of topics that were investigated, but always in a very natural way. When a doubt arose, which we thought had to be more specifically referred to Brazil, because it entailed some alteration – nothing specific comes to mind,

but if it were the case, the contact was made. What was good was that from the start we all agreed more or less that this construction should materialise also through the constructive systems which we all wanted. Here there was no problem, on the contrary, because the intention with this building is also that it doesn't rely on the choice of finishes or constructive systems that need to speak for themselves. It relies on this. All the choices of the final design should be optimal only to keep up seamlessly with this intention.

CdO: This integrating vision we were talking about at the beginning of this interview moves from your orchestra working methodology to the office working methodology. I mean, in addition to this permanent coordination between Bak Gordon and AFA, it also reflects on the way of designing – at the level of the BIMs, the Building Information Models. Bak Gordon didn't used them, but AFA did.

RF: We did. The BIM was used in the first stage of the project, not afterwards. In this initial phase of budget checking. The whole project, in this initial phase, internally at AFA, was made with BIM. It's these images – you only have the structure there, but these images exist with the mechanics, etc. We only used it in this stage for various reasons, one of them because Ricardo didn't use the BIMs and so the advantages we could have

PMR: Eu sei, mas como dói um pouco...

[risos + risos]

CdO: Há ainda a questão da assistência técnica que queríamos também que comentassem, como é que funcionou a questão do apoio à obra? Vamos falar na fase de projeto em discurso livre e da assistência técnica.

Ricardo Bak Gordon: Em relação às fases de projeto o que vale a pena dizer é que nós estivemos sempre juntos, enquanto representação dos três escritórios envolvidos, e com a MMBB no Brasil (mais no início, no caso concreto desta última). O que é importante dizer é que com uma base que é esta matriz que está aqui nesta planta, quase todas as grandes questões fundamentais, mesmo técnicas, do edifício, estão respondidas. Quando se fala das infraestruturas de climatização estão nesta planta. Está cá tudo. Onde é que está a estrutura? Está cá... Onde é que estão os pátios técnicos? Estão aqui. Já cá está tudo. Estão nesta planta, está cá tudo. Vinha muito facilitado.

PMR: Eu vinha aqui de turismo! Eles tinham tudo controlado!

RBG: Por via desta primeira fase, o que acabou por acontecer foi que nós tivemos uma obrigação de ter uma antevisão quase global, mesmo dos sistemas construtivos e técnicos, desde o primeiro momento. A seguir a isso houve sempre procedimentos de trabalho consecutivos, depois, da parte da técnica e da parte da execução, mais entre o Rui e nós, no sentido de irmos sempre cruzando informação: no caso da AFA, a investigação sobre os sistemas a adotar e, no nosso, sobre os sistemas construtivos, os materiais de acabamentos e também a pormenorização. Fomos tendo sempre reuniões de trabalho, mesmo quando se falou dos envidraçados, dos tipos de vãos, dos acabamentos do edifício, etc. Isso nasceu sempre de conversas entre todos. O que teve muita graça é que o centro físico de produção foi-se deslocando do Brasil para Portugal, também de uma forma mais ou menos natural, ou seja...

PMR: Entre arquitetos, não de uma forma burocrática...

RBG: Sempre entre arquitetos, de forma natural. Aquilo que começou por ser uma série de sabinas de trabalho no Brasil, depois na transição, no estudo prévio e licenciamento passa para o lado de cá e, na execução, as grandes reuniões de trabalho foram tidas cá em Portugal. A certa altura, inevitavelmente, quer a Back Gordon quer a AFA elegeram – além de nós – um chefe de projeto para este caso, que coordenou também as equipas técnicas, e que se puseram muito de acordo, fosse o Eng. Armando Vale da AFAConsult, ou o Nuno Costa da BackGordon, e que têm estado estes anos todos, sempre todos os dias on-

line a cruzar decisões de arquitetura com decisões das várias especialidades... Depois os inventários exaustivos, dos sistemas construtivos, das opções, seja pelos grandes vãos, seja nos sistemas de cobertura, nos *skin zips*, nos acabamentos interiores, os sistemas de funcionamento das reservas e das oficinas, e por aí fora... Uma série de temas que foram sendo investigados mas sempre muito naturalmente. Quando surgia alguma dúvida que nós achávamos que tinha de ser reportada mais especificamente ao Brasil, porque implicava alguma alteração – não me estou a lembrar de nada específico, mas verificavam-se 2 ou 3 coisas – fazia-se esse contacto. O que foi virtuoso foi que desde o princípio estávamos mais ou menos todos de acordo que esta construção se deveria materializar também pelos sistemas construtivos que nós procurávamos conjuntamente. Aí, não houve nenhum problema, antes pelo contrário, porque o que se pretende também com este edifício é que ele não viva numa eleição de acabamentos ou de sistemas construtivos que tenham de falar de si próprios. Ele vive disto. Todas as opções do projeto de execução apenas devem ser ótimas para acompanhar serenamente este desígnio.

CdO: Essa visão integradora de que falávamos no início da entrevista passa para a vossa metodologia de trabalho de orquestra e depois para a metodologia de trabalho em escritório. Isto é, além dessa coordenação constante entre BackGordon e AFA, isso passou também para a forma de desenhar. Utilizaram os BIM (*Building Information Models*)?

RF: Nós utilizámos. O BIM foi utilizado na primeira fase do projeto, não a partir daí. Naquela primeira fase da verificação do orçamento. Todo o projeto, nessa primeira fase, internamente na AFA, foi feito em BIM. São essas imagens – só tens aí a da estrutura, mas essas imagens existem com as mecânicas, etc. Nós só usámos nessa fase por várias razões, entre elas, porque o Ricardo não usava o BIM e portanto as vantagens que se poderiam tirar nas fases seguintes ficavam obviamente limitadas e, portanto, acabámos por desenvolver o resto, a partir daí, já numa perspetiva de 2D. Fizemos esta fase em BIM, desenhámos condutas, desenhámos a estrutura toda. O que aconteceu é que todos os traçados ficaram resolvidos na primeira fase. Foram os traçados adotados até ao fim, porque todas as incompatibilidades e os problemas que surgiram foram resolvidos logo ali.

CdO: Usaram BIM essencialmente como uma ferramenta de desenho ou foi uma grande ajuda...?

RF: Foi uma grande ajuda, resolveram-se os problemas naquela primeira fase.

CdO: E na vossa perspetiva o BIM é uma oportunidade, é uma ameaça, como é que foi a relação com o empreiteiro, ele usa?

RF: A Mota-Engil usa BIM já há bastante tempo nas obras, por várias razões. E não só a Mota-Engil, por exemplo, já na Casa da Música, a Somague também utilizou. Os engenheiros e empreiteiros usam isso fundamentalmente por razões de controlo de medições. Essa é a primeira razão porque o BIM aparece: sempre por dinheiro. Porque eles com isso conseguem poupar e controlar melhor. É mesmo controlar o *budget* direitinho. A Mota-Engil tem bastante experiência nisso e quis logo começar com isso. Nós passámos os nossos modelos, embora fossem modelos já desatualizados, porque entretanto o projeto evoluiu em pequenas coisas. Por exemplo, esse que aí está é um modelo de 150 metros, não é de 126. Havia muita coisa a fazer para conseguir e a Mota-Engil usou-os para duas coisas, que lhes serviram bastante bem: eles passaram os nossos desenhos de 2D para 3D, utilizando o Revit. Começaram por detetar incompatibilidades, que é outra das vertentes do BIM. Depois verificou-se que detetavam muitas incompatibilidades porque tinham o modelo todo mal feito! Estava tudo errado, eram só incompatibilidades por todos os lados, porque estavam a fazer mal aquilo. Mas foi um bom esforço. Sou um fã incondicional do Revit. Acho que francamente, quando a construção estiver toda ela preparada, o Revit é uma ferramenta fundamental!

CdO: Passe a publicidade a um fornecedor específico.

RF: Mas é um fornecedor importante! Pode ser o Revit ou outra coisa qualquer! Há um software que eu conheci que é espantoso, que é talvez até bastante mais poderoso que o Revit, que é usado pelo Frank Gehry, mas custa uma fortuna e tem um período de aprendizagem louco, mas é muitíssimo poderoso, principalmente para formas estranhas como as que ele faz.

PMR: Se é forma, não pode ser estranha.

RF: Em Singapura, por exemplo, os projetos são verificados automaticamente. Para meterem um projeto na câmara, para os licenciamentos, ele entra diretamente na câmara em BIM e esta tem um procedimento automático de verificação das regras básicas todas. Isto permite efetivamente uma eficiência brutal de toda a indústria da construção, num dia em que isso seja standardizado.

CdO: No sentido de garantir algum desse ganho, na sua opinião, quem é que é a pessoa que deve exigir a utilização do BIM? É o arquiteto? É o coordenador?

RF: Nós estamos agora envolvidos num processo com a Petrobras, em que quem dinamiza isso é o próprio dono de obra, que diz “eu quero o projeto completamente feito em BIM, só aceito quem me consiga fornecer em BIM”, mas estão a fazê-lo à séria, não é com brincadeiras. É com



for the following stages were obviously limited, so we eventually developed the rest from then on in a 2D perspective. We carried out this stage in BIMs – and we designed ducts, we designed the whole structure – and what happened was that all the layouts that were solved in the initial stage were the layouts that were adopted until the end because any incompatibilities and issues were sorted out right then.

CdO: Have you used BIMs essentially as a design tool or was it a great help...?

RF: It was a great help, all the problems were solved in the initial stage.

CdO: And from your point of view, is the BIM an opportunity, a threat, how was the relationship with the contractor, does he use it?

RF: Mota-Engil has been using BIMs for quite some time in their works, for various reasons. And not just Mota-Engil; Somague, for instance used them in Casa da Música. Engineers and contractors use them essentially for control and measurement reasons. That's the primary reason why BIM is used: always money. Because with it they can save and control better. Really control the whole budget. Mota-Engil is quite experienced in it and wanted to use it from the start. We gave them our models, although they were already outdated, because the project had evolved in certain details in the meantime. For example, that one there is

a 150 m model, not 126 m. There was a lot to do to achieve it and Mota-Engil used them for two things which served them rather well: they passed our 2D designs to 3D, using Revit. They started by noticing incompatibilities, which is another aspect of the BIM. Then we found they were detecting many incompatibilities because their model was completely wrong. It was completely wrong, there were incompatibilities left, right and centre, because they were doing it incorrectly. But it was a good effort. I'm an unconditional fan of Revit. I do think that, when the construction is all prepared, Revit is a fundamental tool!

CdO: Good publicity for a well-known supplier.

RF: But it's an important supplier! It could be Revit or something else! There's a software I got to know which is amazing, perhaps even more powerful than Revit, it's used by Frank Gehry, but it costs a fortune and the learning time is crazy, but it's very powerful, particularly for weird forms like those he does.

PMR: If it's a form, it can't be weird.

RF: in Singapore, for instance, designs are automatically checked. To enter a project in the City Council for licensing, it goes directly in BIM and they have an automatic checking procedure for all the basic rules. This actually means an incredible efficiency across the building industry from the day it becomes institutionalised.

CdO: In your opinion, to ensure some of this gain, who is the person who should require the use of the BIM? The architect? The coordinator?

RF: We're now involved in a process with Petrobras, and it's the Client himself who makes that demand, he says "I want the design completely done in BIM, I will only accept projects done in BIM", but they're doing it seriously, they're not playing games. It's with a master model, done from A to Z as it should be, everything completely controlled and regulated. In Brazil, that's already quite common, especially in these major companies.

PMR: These requirements and today's technology which allows everything you mentioned, are really very interesting because they pose once again the issue of architecture as a form of knowledge at the core of the issue, which is a political one: the making of the contemporary city, because this rigour lets you control everything, but you might find out that what needs to be changed are the laws!

CdO: That's the ideal cue for the final questions.

PMR: Since things may eventually start to go wrong, what you're building and the demands of the contemporary city, you begin to see that the issue is the laws. That's hard politics! The city, for us, exists before it is made. It's in the imagination. And this, in my view, places architecture once again at the heart of the problem, of knowledge, within the University. I'm thinking about



um *master model*, é feito de A a Z como tem de ser, tudo completamente controlado e regulado. No Brasil, isso já é muito comum, principalmente nestas grandes empresas.

PMR: No fundo essas exigências e a tecnologia de hoje que permite aquilo que referiu, é muito interessante, porque põe, mais uma vez, a questão da arquitetura como forma de conhecimento no fulcro da questão, que é uma questão política: a feitura da cidade contemporânea, porque esse rigor permite você controlar tudo, mas às tantas você pode ver que o que tem de se mudar são as leis!

CdO: Isto é o mote ideal para as perguntas finais.

PMR: Como as coisas eventualmente podem começar a não dar muito certo, aquilo que se está construindo e as exigências da cidade contemporânea, você passa a ver que a questão são as leis. Então é política mesmo! A cidade, para nós, existe antes que se faça. Está na imaginação. E isso põe, mais uma vez, na minha opinião, a arquitetura no fulcro da questão, do conhecimento, dentro da Universidade. Estou pensando no ensino, desde os miúdos. Tem de se reformar tudo. Não fazer do conhecimento uma dificuldade. Como se faz? Exames: passa, não passa! Mas fazer do conhecimento uma virtude.

CdO: Gostava saber se faz sentido – sabendo nós que o ideal seria o oposto – adotar BIM de forma isolada, mesmo que os outros não queiram? Foi

esse o caso aqui? Há outros casos em que não será o projetista das especialidades, só, a adotá-lo?

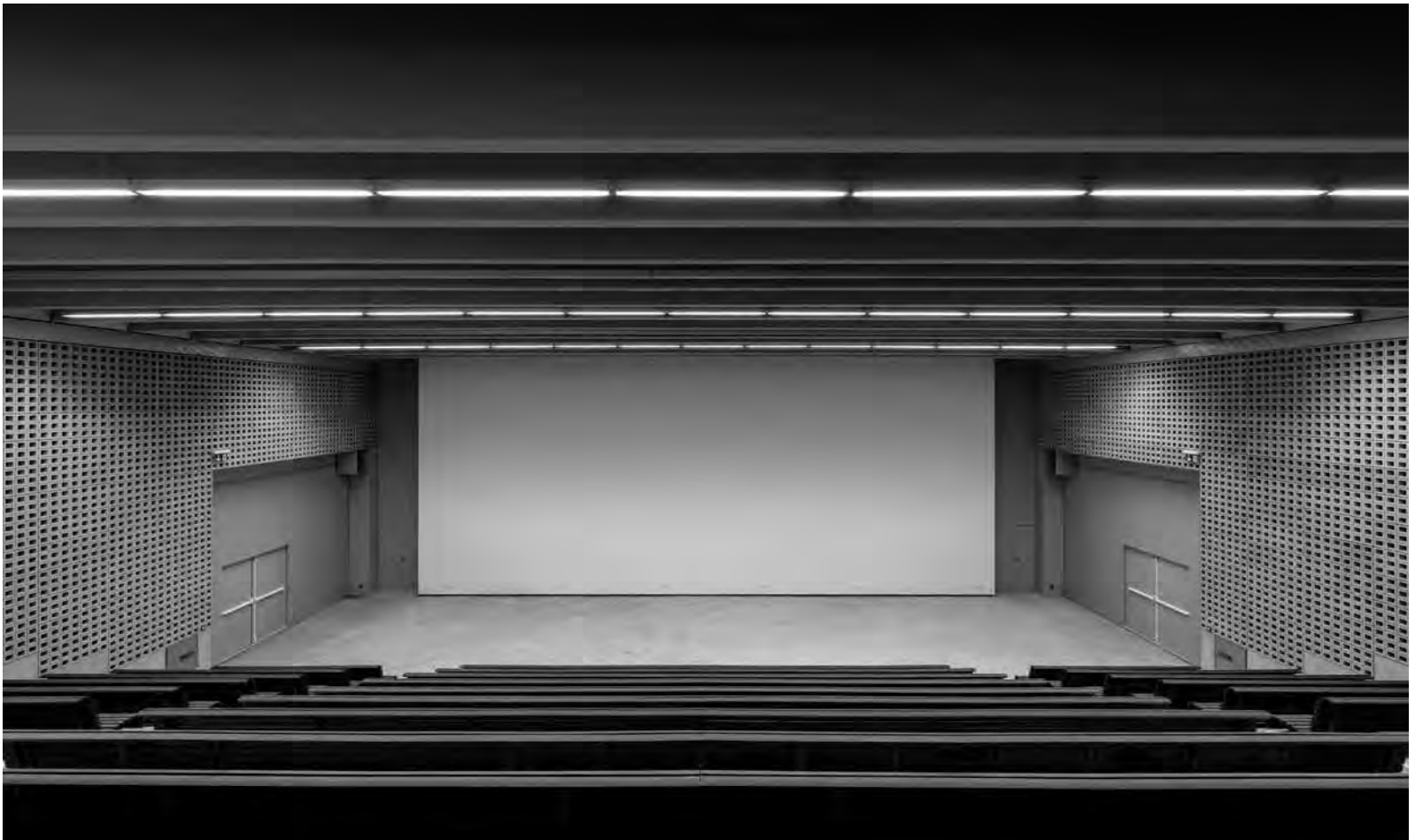
RF: No caso das engenharias, é muito redutor se assim for. No nosso caso, fazendo as engenharias todas, ainda pode haver alguma vantagem. No caso de a pessoa fazer só as estruturas, nomeadamente no betão, o custo de fazer o modelo é relativamente baixo. Quando começamos a entrar em estrutura metálica a coisa já começa a ser muito mais complicada, porque os modelos começam a ser extraordinariamente pesados e difíceis de dominar. Este é um modelo já muito complexo para se conseguir dominar.

PMR: Se calcula os parafusos todos, tudo!

RF: Exatamente. O próprio desenho é mais complexo, mais intenso. Na minha opinião – e nós internamente chegámos a essa conclusão e tentámos fazer isso –devíamos avançar para o Revit, mesmo sem os arquitetos irem por aí e a certa altura, do ponto de vista económico, digamos assim, acabámos por fazer marcha atrás na generalização do método e adoptá-lo só em casos muito específicos, nomeadamente de geometria mais complexa e por causa da própria compatibilização, porque não é rentável. Todas as alterações são complexas, etc. Não se justifica.

RBG: Eu não utilizei pela razão de que o nosso ateliê não trabalha com essa metodologia e, até se provar uma necessidade indispensável, não

vejo razão para a usar. Quer dizer, a virtude que está nessa maquete... Eu faço um corte construtivo, faço dois cortes construtivos que contam a história toda do projeto. É isso que me interessa. Pelo contrário, o Revit é muito sofisticado, mas depois basta que mudem a amarração de duas vigas para me baixar o plano do pladur mais 3 cm e já me estragou tudo outra vez. Não vou por aí, não quero entrar a dizer mal do sistema, só quero dizer que não trabalho com ele. Vou-te dizer porque é que não funciona em Portugal: enquanto na Alemanha, preparas um projeto destes e o projeto vai ser escrupulosamente desenvolvido do ponto de vista da execução, demora o tempo que tiver de demorar. Depois vai para obra e vai ser cumprido escrupulosamente o que está no projeto, então sim, é uma ferramenta de transporte direto para a obra. Em Portugal, nós todos sabemos que todas as opções construtivas, a começar nos desenhos das estruturas e a acabar no puxador, o empreiteiro propõe tudo ao contrário e vai arranjar sempre uma solução para te mudar o sistema. E tu, por muito que lutes pelo teu sistema, no princípio da obra – e a correr bem – já vais ceder em 30% e esses 30% é um trabalho que já se perdeu. Pronto, e está respondido! É fazer um modelo BIM para a execução e fazer uma assistência técnica cheia de desenhos, que é o que já fazemos todos os dias.



teaching, from a young age. Everything needs to be reformed. Knowledge can't be turned into a difficulty. How do you do it? Exams: you pass, you fail! But knowledge has to be made a virtue.

CdO: I'd like to know if it makes any sense – and we know the ideal would be the opposite – to adopt the BIM in isolation, even if the others don't want it? Was that the case here? Are there other instances in which it isn't only the designer of the trades to adopt it?

RF: In the case of engineering, it's very limiting if that's the case. In our case, taking care of all the trades, there can be an advantage. For people who only design the structures, notably concrete structures, the cost of making the model is relatively low. But if we're dealing with metallic structures, it becomes much more complicated because models begin to be extremely heavy and hard to control. It's a very complex model to control.

PMR: Every screw is calculated, everything!

RF: Exactly. The design itself is more complex, more intense. In my view – and internally we arrived at that conclusion and tried to do it – we should progress to Revit, even if the architects don't choose this path, and at one point, economically speaking, let's say, we ended up by going back in terms of

generalising the method and adopting it only for very specific cases, notably situations of a more complex geometry and because of compatibility, because it's not cost-effective. Every change is complex, etc. It's not justified.

RBG: I haven't used it because our practice doesn't use this methodology and, until it proves to be an indispensable need, I see no reason to use it. I mean, the virtue of this model... I make a building section, make two building sections that tell the project's whole story. That's what I'm interested in. Revit, on the contrary, is very sophisticated, and then if they change the tying of two beams the plasterboard level has to come down 3 cm, and I'm in trouble again. I'm not going that way, I don't want to speak ill of the system, I'm just saying I don't work with it. I'll tell you why it doesn't work in Portugal: whereas in Germany, you prepare a design like this and it will be scrupulously developed from the point of view of execution, however long it takes. Then it goes to the building site and will be scrupulously followed, and then, yes, it's a direct transposition tool to the site. In Portugal, we all know that all constructive choices, beginning with the structural designs and ending in the door knob, the contractor always

proposes the opposite and will always find a solution to change your system. And you – however hard you fight for your system, when the work starts – and hopefully – you are already giving in 30% and this 30% is a work that's already been lost. That's it, I've said it. It's to make a BIM model for the execution and provide technical assistance full of drawings, which is what we do every day.

RF: What I think is that BIM has a difficult adaptation phase, but when this phase is overcome, it will become a widespread standard. And this experience with Petrobras I'm talking about is quite clear: the clients will demand it. It's Petrobras managing and since it's a building it will manage, it is interested in having everything well documented, the complete model. So, what will happen, in my view, is that it'll be the clients making demands in that direction when they find out the benefits.

CdO: Especially institutional clients.

RF: That's what I'm saying, you don't work for Petrobras if you don't use BIM.

CdO: Since I'm an engineer, do you think architecture has a big weight, a big influence on politics, on the way to govern societies? Do you think architecture can still be a voice for the people today, in the sense of influencing, criticising,



RF: O que eu acho é que o BIM tem uma fase de adaptação complicada, mas, quando essa fase estiver ultrapassada, vai ser um standard de aplicação generalizada. E esta experiência de que estou a falar da Petrobras é muito clara: vão ser os clientes a querê-la. É a Petrobras quem vai gerir e como é um edifício que ela vai gerir, tem todo o interesse em ter tudo bem documentado, o modelo completo. E portanto, o que vai acontecer, na minha opinião, quem vai forçar as coisas por aí vão ser os próprios clientes quando descobrirem as vantagens.

CdO: **Sobretudo os clientes institucionais.**

RF: É o que eu digo, para a Petrobras, não trabalhas se não trabalhares com BIM.

CdO: **Sendo eu engenheiro, acha que a arquitetura tem um peso grande, uma influência grande na política, na forma de conduzir as sociedades? Acha que a arquitetura pode ainda hoje ser uma voz do povo no sentido de influenciar, criticar, atacar, agir em relação aos líderes políticos?**

PMR: Acho que sim, sem dúvida, só que é um processo lento de outro âmbito: o âmbito político. O mundo inteiro hoje, do ponto de vista da arquitetura e urbanismo, está basicamente diante da mesma dificuldade: a construção, a realização da cidade contemporânea, do habitat humano. Tudo

o que se fala de natureza, de conservação da natureza no fundo, está ligado à construção da habitabilidade do planeta. Até certo ponto, apesar da antiguidade da imagem, a cidade é hoje para nós uma novidade suprema. Ela nos surpreendeu com algumas inconveniências fundamentais. Não amparar todo o mundo, não prever a continuação da nossa vida, etc. Principalmente diante de problemas que não são aparentemente, ligados à arquitetura de uma forma muito direta, quanto seja de superpopulação, a relação entre masculino e feminino... A complexidade da nossa vida exige que se dê, ao que nós chamamos arquitetura, uma outra dimensão, que já está aí, não está vista com clareza ainda: a ideia de arquitetura antes de mais nada como uma questão política. Isso faz com que o papel do arquiteto na sociedade se amplie no seu comparecimento nos órgãos de decisão, nos ministérios. O arquiteto não é só aquele que vai desenhar projetos literalmente, mas é aquele que influi no desenvolvimento político desse desiderato.

CdO: **Mas na realidade quem está no poder, quem foi importante, foram engenheiros e não arquitetos.** [risos]

PMR: Eu sei que é uma forma aparentemente até tola de dizer uma coisa que já foi dita tantas

vezes, mas porque não? Quem tem que estar no poder é o povo, a voz do povo, desiderato que hoje é. Ainda mais o povo mundial que está aí já claramente novo. As dificuldades são as nossas virtudes. Os destinos que temos são essas dificuldades que estão aí.

CdO: **Esta é uma pergunta que eu trago na cabeça desde a faculdade, quando comecei a conhecer a sua obra: Quando era criança quis ser engenheiro?**

PMR: Não sei, porque a pergunta é tão bonita que seria pecado responder mal. Você não acha que toda a criança é um grande engenheiro?

CdO: **Sim. Dos meus três filhos, um deles sim, pelo menos.**

PMR: A criança é só engenharia: para andar, quando uma criança se levanta do chão e vai até à cadeira para se segurar logo, ela sabe que pode dar só três ou quatro passos. Nós temos uma consciência da nossa condição. Inclusive falar, aprender a falar é um esforço enorme. Nós já ouvimos falar nisso, eu estou cada vez mais convencido que a educação, a escola, dos pequenos principalmente, é um mal terrível do modo como ela está aí. Nós mais prejudicamos as crianças do que devíamos. Você quer ver um quadro claro, para fazer uma crítica de nós mesmos. A primeira coisa

attacking, acting with regard to political leaders?

PMR: I think so, absolutely, but it's a slow, different process: a political process. The whole world today, from the perspective of architecture and urban planning, faces basically the same difficulty: the construction, the making of the contemporary city, the human habitat. Nature, the conservation of nature, so much talked about, is linked to the building of habitable conditions on the planet. Up to a certain point, despite it being an old image, the city is the ultimate novelty for us today. It's surprised us with some fundamental inconveniences. Not helping the world, not foreseeing the continuation of our life, etc. Mainly in the face of problems which are not apparently connected to architecture in a very straightforward way, such as overpopulation, the relationship between male and female... The complexity of our life demands that we give what we call architecture another dimension, which is already there, though not clearly seen: the idea of architecture first and foremost as a political issue. This broadens the role of the architect in society, in terms of his or her participation in decision-making instances, in ministries. The architect is not just a designer of projects but someone who makes an impact on the political development of this requirement.

CdO: But in fact it's engineers, not architects, who are in power, who have been important.

[laughter]

PMR: I know it's apparently a silly way of saying something that's been said so many times, but why not? It's the people, the voice of the people that has to be in power. And in particular the people considered globally, who are clearly a new people. The difficulties are our virtues. These difficulties are our aims, they're there.

CdO: This is a question I've wondered about since university, when I first became acquainted with your work: as a child, did you want to be an engineer or an architect?

PMR: I don't know because the question is so lovely it would be a sin to answer wrongly. Don't you think every child is a great engineer?

CdO: Yes, of my three children, at least one is.

PMR: A child is an engineer: to walk, when they get up from the floor and walk to the chair to find their balance, they know they can only walk three or four steps. We are aware of our condition, including talking; learning how to talk is a terrible effort. We've heard this before, but I'm increasingly convinced that education, school, especially for the little ones, is a terrible evil the way it is today. We harm children more than we should. One needs a clear picture to be capable of self-criticism. The first thing a teacher says is: "Shut your mouth, boy!" to prevent the child from talk-

ing. We must learn how to teach while children are talking. You can't tell a child to shut up. How can we create a school where the rule would be "speak up, say what you want to say" while we speak about mathematics, mechanics, etc. The idea of elementary physics, for instance, the mechanics of fluids. Things that children know about. If they breastfeed, they know everything. Taking a bath... It's very interesting, learning how to swim. It's done today. We really don't know how to enjoy this terrible condition of ours, but meanwhile we are helpless in the universe. It's up to every one of us to build himself. I see this dimension, a concept of architecture as a form of knowledge. You cannot teach, only educate.

CdO: Did you want to be an engineer or not?

PMR: Since Rui is here, I could say to him: I, with this business of architecture, found out the best way to be an engineer. The easiest one: how are we going to do this thing here? [laughter]

CdO: But when you were 5 or 6, did you want to be or not?

PMR: I hardly know myself. I'd send any psychiatrist to the loony bin in just three sessions.

CdO: Well, if you remember one day whether you wanted or not, please let me know. Something you repeat often... We all hardly know what we are. We really know ourselves as best as possible, we know what we are.

PMR: There was an advertising campaign recently in São Paulo on television. I don't really know what it's about, but it's a small child, a toddler, but it can laugh, give off laughter. The ad goes like this: the father picks up a sheet of paper, playing with the child, and when the father tears the paper up, the child laughs. Because this idea that a child destroys everything is the wrong way of building. The child loves to destroy.

CdO: We're really into poetry, but that's right!

PMR: After all, a kaleidoscope is always destruction, everything is broken inside, it's a great pleasure to break established rules up. The child knows everything, take its shoes off. Do you remember a ride we made with Inês, she took her kids and they were all in pyjamas and they were not as little as all that. The transgression in the face of an appeal, desire, pleasure. It's fantastic, it would be the erotic view on life. That's fundamental. To feed the erotic dimension of life.

CdO: My question about your childhood has to do with what you say in interviews I've read, that your father used to say from early on that technique had the power to transform.

PMR: My father never said that to me, but he would take me, whenever possible, knowing what he was doing, on outings out to sea, with dredgers, aware that I'd love to see the seagulls. In a sense,

I was also looking at the machines. Yes, I learned that lesson early on. He loved it and was aware of the virtues of technique and engineering. In São Paulo, my father has always worked for the government, for the Secretariat for Transportation and Public Works. At one point, they wanted to modernise cabotage in the small ports, mainly to support fishing. Sometimes fishermen are lucky and haul good catches, but they have nowhere to unload, collect ice, and they must carry on fishing because the shoals of fish are going well. What did the government do? They took a small boat of the existing coastal navigation company, Itaipava. All the boats were called Ita-: Itapé, Itaiti, Itaipava. They took the Itaipava, they put everything the engineers wanted inside and they undertook a survey of all these ports. They took 30 days to complete a job they had also done in a different way. One or two engineers took their sons, and my father took me as well. What I saw for 15 days, docking at each port, was amongst other things, in one of the ports, a small obelisk and an old cannon, those with a tube, in the main square. They decided that, when the boat came into port, they would fire a salute with this cannon. So, they rehearsed and fired, they were delighted, but it could be more powerful. The day the boat arrived, they put too much gunpowder and a bit of the tube fell on the deck and exploded. Everything stopped. A rope had already been thrown, but the boat lifted it and reared up backwards. So, about engineering things, I saw a big disaster due to excess of eroticism. This was in Cananeia, the small town of Cananeia, where the cannon exploded; lucky that no-one died, because it fell outside. The town was right there...



que uma professora fala é “Menino cala a boca!” para proibir a criança de falar. Temos que aprender a dar aulas no meio de um falatório. Você não pode dizer “fique quieto” para uma criança. Como estabelecer uma escola em que o tema seria “não fique quieto, diga logo o que é que quer dizer”, enquanto vamos falando de matemática, de mecânica, etc. As noções de física elementar, por exemplo, mecânica dos fluidos. Coisas que as crianças sabem. Se mamam, sabem tudo. Tomar banho... É muito interessante, aprender a nadar. E hoje se faz isso. Estamos muito mal sabendo disfrutar dessa nossa condição terrível, mas entretanto estamos desamparados do universo. Cabe a cada um de nós se construir. Vejo essa dimensão, um conceito de arquitetura como forma de conhecimento. Não se pode ensinar, mas sim educar.

CdO: Quis ou não ser engenheiro?

PMR: Como o Rui está aqui, eu podia dizer a ele: eu com esta história da arquitetura, descobri a melhor forma de ser engenheiro. A mais fácil: Como é que nós vamos fazer isso aí? [risos]

CdO: Mas quando tinha 5 ou 6 anos, queria?

PMR: Me conheço muito pouco. Eu mandaria qualquer psiquiatra para o manicômio em três sessões.

CdO: Se um dia se lembrar, se quis ou não, diga-me. Nenhum de nós sabe bem o que é. No fundo, nós próprios nos conhecemos o melhor possível, não sabemos bem o que somos...

PMR: Apareceu uma propaganda nestes dias, lá em São Paulo, na televisão. Nem sei dizer do que é, mas é uma criancinha que não anda ainda, mas

é capaz de rir, de dar uma gargalhada. O anúncio é assim: pega numa folha de papel, é o pai brincando com a criança, quando o pai rasga o papel, a criança cai numa gargalhada. Porque essa ideia de que a criança destrói tudo é a forma incompetente de construir. A criança adora destruir.

CdO: Estamos mesmo na poesia, mas é mesmo isso!

PMR: Afinal de contas, um caleidoscópio sempre é uma destruição, está tudo quebrado lá dentro, é um prazer enorme, de romper com o que é estabelecido como regra. A criança sabe de tudo, tirar o sapato. Você lembra de um passeio que fizemos com a Inês, ela levou os meninos dela e estavam todos de pijama e não eram tão pequeninhos. A transgressão diante da solicitação, do desejo, do prazer. É fantástico, seria a visão erótica da vida. Isso é fundamental. Alimentar a dimensão erótica da vida.

CdO: Diz que nos seus 5-6 anos o seu pai ensinou-o desde cedo que a técnica tinha um poder de transformação.

PMR: O meu pai nunca me disse isso, mostrou-me. Sabendo o que estava fazendo, sempre que possível ele me levava, a saídas fora no mar, com as dragas, sabendo que eu ia me divertir vendo as gaivotas. Às tantas eu estava vendo também as máquinas. Essa lição eu a tive desde cedo. Ele adorava e tinha consciência das virtudes da técnica e da engenharia. Em São Paulo, o meu pai sempre trabalhou com o governo, com a Secretaria de Viação e Obras Públicas. Às tantas, eles iam

modernizar os pequenos portos de cabotagem, principalmente para amparar a pesca. Os pescadores não tinham onde descarregar, receber gelo, e tinham de continuar pescando porque era propício o cardume. O que é que o governo fez? Pegou num pequeno navio da companhia de navegação costeira, que existia, do governo, o Itaipava. Todos os navios se chamavam Ita-: Itapé, Itaiti, Itaipava. Pegaram no Itaipava, puseram tudo o que os engenheiros queriam lá dentro e fizeram uma prospeção em todos esses portos. Levou 30 dias para completar um trabalho que tinham feito já de outra maneira também. Um engenheiro ou outro levou o filho, e o meu pai também me levou, durante 15 dias aportando em cada porto. Num dos portos, tinha na praça um pequeno obelisco e um canhão antigo, aqueles de tubo. No porto, resolveram que, quando o navio entrasse, iam dar um tiro com aquele canhão de festim. Fizeram um ensaio e resolveram dar um tiro, acharam maravilhoso, mas podia ser mais forte. No dia em que o navio estava entrando puseram pólvora a mais e caiu no convés um pedaço do tubo que explodiu! Parou tudo. Já tinha um cabo lançado, o navio afastou o cabo e levantou o barco para trás. Então, entre as coisas da engenharia, eu assisti a um grande desastre pelo excesso de erotismo. Isso em Cananeia, na cidadezinha de Cananeia, explodiu o canhão, por sorte que não morreu ninguém, porque ele saiu fora. E a cidade era ali...





Paulo Mendes da Rocha: two encounters, one attitude

Fernando Pérez Oyarzun

Paulo Mendes da Rocha is unanimously recognised today as one of the leading architects from Latin America. His work takes place mainly in São Paulo, where he has been working since the 1950s. Winning the Mies van der Rohe Award in 2000 and the Pritzker in 2006 cemented a reputation internationally, that in Brazil and among his closest colleagues had long ago been regarded as exceptional. This has also meant that the professional work of Mendes da Rocha has also become international.

Mendes da Rocha's talent, his capacity for design, the delicacy and strength of his work are visible in any of his works. However, beyond this recognition, it is important to look at the background of where his architecture comes from and what his contribution has been within Brazilian architecture over the past seven decades, a diverse world that has fed on a longstanding tradition that has marked the history of architecture from the mid-twentieth century.

The relationship between the work of an architect and his words is always complex; it is often the case that a creator is not the best critic and expositor of his work. This is particularly evident with regard to Mendes da Rocha, whose words appear, perhaps from a superficial viewpoint, split from his work. This is manifest in some of his lectures in which he often gives long introductions on general subjects, marked by his social and political convictions, before going on to talk about his work almost dismissively.

One might think that this is an unimportant fact and that those impatient to look at photographs of buildings must wait for Paulo to finish his statement of the principles on what he believes they stand for. However, this old and always complex relationship between works and words perhaps reveals a significant side of Mendes da Rocha's view of architecture and, if possible, describes the contents and results of this same architecture.

A conversation in Copacabana.

malva and I had lunch with Paulo Mendes, who we found in Rio de Janeiro in the late 1990s, in a small restaurant in Copacabana, not far from the office where he has his studio with Oscar Niemeyer. Conversation with Paulo is always tasty; sharp and passionate. Amid sensitive observations about the place, about what Copacabana was and is, about women entering the restaurant, and what used to be the local Bohemian life, the conversation inevitably returns to architecture.

Paulo speaks with passion. Defiantly, he says he does not care about the design or the beauty of design: putting a window here or there seems simple and uninteresting to him. A surprising statement coming from someone who has such a precise idea about what architecture is,



and whose work straddles a refinement in design ranging from the strategy of siting to the details of a railing. Asked about what interests him, he responds that it is great infrastructural works and their capacity for geographic transformation. He speaks of his engineer father and recalls how Copacabana beach was made, depositing sand with massive dredgers. He still remembers the seawater murky from the huge amounts of sand that were accumulating. This transformation and humanisation of geography using technical means is what he finds fascinating.

On this same subject, he recalls a project that he has been involved in recently with a group of students from La República de Montevideo University, Uruguay, in the context of an international seminar to which he has been invited¹. From the proposal they have developed, Montevideo Bay could be transformed into a huge plaza of water, 2.5km x 2.5km, exploiting the shallowness that requires the harbour to be constantly dredged. In this project, the port facilities are located on one of the sides of the grand plaza, in the middle of which is an island which is transformed into an island theatre, whose music could be heard from the city. In a kind of Venetian experience, Paulo imagines the luxury of crossing the bay in public transport boats that would help to clear the traffic jams, or the thrill of attending a performance at the theatre on a moonlit night. Made artificial and animated, Montevideo Bay would become the

1. See "Baía de Montevideu" in Artigas, Rosa, Mendes da Rocha Paulo, Wisnik, Guilherme, *Paulo Mendes da Rocha*, Cosac y Naify, 2000, pp. 218-221.

Paulo Mendes da Rocha: dos encuentros, una actitud

Fernando Pérez Oyarzun

Paulo Mendes da Rocha es reconocido, hoy en día y en forma unánime, como uno de los arquitectos más destacados del ámbito latinoamericano. Su obra se desarrolla, principalmente en Sao Paulo desde la década de 1950 y hasta hoy mismo. La obtención de los premios Mies van der Rohe en el año 2000 y Pritzker en el 2006 consagraron internacionalmente una trayectoria que en Brasil, y entre sus más cercanos, se valoraba hacia ya tiempo como excepcional. Todo ello ha contribuido que el trabajo profesional de Mendes da Rocha también se haya internacionalizado.

El talento del arquitecto, su capacidad de diseño, la delicadeza y la fuerza de su obra, quedan a la vista en cualquiera de sus obras. Sin embargo, más allá de ese reconocimiento, interesa preguntarse cuál es el fondo de donde surge su arquitectura y cuál su contribución dentro de la producción arquitectónica del Brasil de las últimas siete décadas, un universo variado que se nutre de una tradición ya larga, que marcó la historia de la arquitectura desde mediados del siglo XX.

La relación entre la obra de un arquitecto y su discurso es siempre compleja; es frecuente que un autor no sea el mejor crítico y expositor de su obra. Ello es particularmente evidente en el caso de Mendes da Rocha, cuyo discurso aparece, tal vez en una visión superficial, escindido de su obra. Así se manifiesta en algunas de sus conferencias donde suele dar largas introducciones sobre temas generales, marcados por sus convicciones sociales y políticas, para pasar a hablar de su obra, casi restándole importancia.

Podría pensarse que éste es un hecho sin importancia y que los impacientes por contemplar fotografías de edificios, deben esperar a que Paulo acabe su declaración de principios para lo que consideran entrar propiamente en materia. Sin embargo, esta vieja y siempre compleja relación de obras y palabras acaso revele un flanco significativo de Mendes da Rocha frente a la arquitectura y, si cabe, explique los contenidos y resultados mismos de esa arquitectura.

Una conversacion en Copacabana

Malva y yo almorzamos con Paulo Mendes, a quien hemos encontrado en Rio de Janeiro a fines de los 90, en un pequeño restaurant de Copacabana, no lejos de la oficina donde tiene su estudio Oscar Niemeyer. La conversación con Paulo es siempre sabrosa; aguda y apasionada. En medio de sensibles observaciones sobre el lugar; sobre lo que era y es Copacabana; sobre las mujeres que entran al restaurant y lo que solía ser la bohemia local, la conversación recae inevitablemente en la arquitectura.

Paulo habla con pasión. Con actitud desafiante, señala que no le interesa el diseño ni la belleza del diseño: poner bien una ventanita aquí o allí le parece sencillo y carente de interés. Sorprende la afirmación viniendo de alguien que tiene una idea tan precisa de lo que es la arquitectura y cuya obra está atravesada por un refinamiento en el diseño que va desde la estrategia de implantación hasta el detalle de una barandilla. Preguntado acerca de lo que le interesa, responde que las grandes obras de infraestructura y su capacidad de transformación geográfica. Habla de su padre ingeniero y recuerda, cómo se constituyó la playa de Copacabana, depositando arena por medio de enormes dragadoras. Aún recuerda el agua de mar enturbiada al recibir las enormes cantidades de arena que se iban acumulando. Esa transformación y humanización de la geografía utilizando medios técnicos es la que le parece fascinante.

A propósito de ello, recuerda un proyecto que ha desarrollado hace poco con un grupo de estudiantes de la universidad La República de Montevideo, Uruguay, en el contexto de un seminario internacional al que ha sido invitado¹. A partir de la propuesta que han desarrollado, la Bahía de Montevideo podría transformarse en una enorme plaza de agua, de 2.5 X 2.5 kilómetros, aprovechando la baja profundidad que obliga a dragar permanentemente el puerto el puerto. En el proyecto las instalaciones portuarias se localizan en uno de los flancos de la gran plaza, en medio de la cual un islote existente se transforma para acoger un teatro insular, cuya música podría llegar a escucharse desde la ciudad. En una suerte de experiencia veneciana, Paulo imagina el lujo de cruzar la bahía en embarcaciones que harían de transporte público ayudando a despejar los atascos de automóviles, o la emoción de asistir a una función al teatro en una noche de luna. Artificializada y activada, la bahía de Montevideo se convertiría en el centro de la ciudad y no simplemente en un accidente geográfico alrededor del cual la ciudad se ha visto obligada a extenderse.

Escuchando a Paulo uno no puede dejar de recordar la dimensión geográfica que cobraron los bocetos urbanos que Le Corbusier realizó en su visita a Sudamérica en 1929, incluyendo a Montevideo y Sao Paulo, ni la pasión con que describe desde el aire el recorrido sobre el río Paraná. Esa imaginación proyectiva de Mendes da Rocha, teñida de precisión técnica, recuerda también el modo en que Amancio Williams defendía su proyecto para situar el Aeropuerto de Buenos Aires sobre el Río de la Plata. En la argumentación de Williams el rigor técnico que pretende garantizar la posibilidad del proyecto es llevado a un extremo que linda

1. Ver "Baía de Montevideú" en Artigas, Rosa, Mendes da Rocha Paulo, Wisnik, Guilherme, *Paulo Mendes da Rocha*, Cosac y Naify, 2000, pp. 218-221.

centre of the city and not just a geographical accident around which the city has been forced to spread.

Listening to Paulo one cannot help but be reminded of the geographic breadth of the urban sketches Le Corbusier made during his visit to South America in 1929, including Montevideo and São Paulo, and the passion with which he describes the journey over the river Paraná from the air. This projective imagination of Mendes da Rocha, marked with technical precision, also brings to mind how Amancio Williams defended his project to put Buenos Aires Airport on the River Plate. In Williams' argument, the technical rigour that is required to ensure the possibility of the project is taken to an extreme that borders on poetic luxury: arriving in the city from and on the river would be for Buenos Aires something as free as invaluable.

The simultaneous relationship of Paulo Mendes with geography on the one hand and technology on the other is a crucial interpretive key to understanding the whole of his work. He himself has said on occasion, "For me, the first and foremost architecture is geography".² Many of his projects are marked by this geographical nature. From the City of Tietê (1980) to Vitória Bay (1993), what we see are drawings of the territory that aspire to a human reordering of geography and nature. The presence of nature has, for him, historical and cultural resonances. It is intimately linked to the idea of America, on whose territory a social and cultural history has taken place of which Mendes da Rocha seems particularly aware.

The use of technical means derived from science and industry provides the architect with the possibility of dealing with that nature, not to suppress or conquer it but to submit it to what he sees as a process of humanisation. Drawing on the territory he aspires to give that history a new meaning.

In Paulo Mendes, one clearly recognises the modern conviction that there is an intimate connection between technical means and new and better ways of living. That, properly used, these means may open up possibilities for a fuller life, putting aside, or simply ignoring, currents of thought that put technique under suspicion. For him, examples like Copacabana serve only to demonstrate that the possibility of large-scale projects is not an unattainable utopia and that the possibility of working together with engineering that is sensitive to life and culture can only be beneficial.

A promenade in Asunción.

I met Paulo Mendes da Rocha again in at the Asunción Biennale, in Paraguay, in 2000. In one of the sessions, I presented the project for the School of Medicine, which we were then beginning to develop with Alejandro Aravena, relating it to the idea of fabric and going back to the ideas of Semper. "You are a great weaver", Paulo Mendes said to me kindly, not without irony, at the end of the presentation.

After the session, he enthusiastically invited me to visit a school by Affonso Edoardo Reidy which, to my surprise, was there in Asunción³. A young local architect, who Paulo introduced me to, took us lurching around in his truck to the site. I did not immediately catch his name. It was Solano Benítez⁴, the most highly regarded Paraguayan architect of

his generation, responsible for one of the most original contributions to South American architecture in recent decades.

We arrived at the school, located in an extraordinary place facing the Paraguay river. It is still in use and in a reasonable state of conservation. We visited the school, a long block placed neatly in the geographical context, amid students circulating around us. Paulo looked closely at the building, with something like nostalgia; nostalgia born of remembering the known forms of an admired architect: a tradition of which he seems to feel unashamedly a part.

Back in the truck and after a brief chat in an old café, he said that he would take me to see the most beautiful garden in Asunción. At the wheel, Solano Benítez smiled. I could not imagine exactly the place that Paulo so mysteriously mentioned. All that comes to mind is the conventional beauty of a picturesque garden in the tropical landscape of Asunción. He added that the garden was beautiful because it was made with a broom, which only added confusion to the picture in my mind. Then I imagine something like Japanese gardens drawn on sand.

Where we end up is the studio of Solano Benítez and "Gabinete de Arquitectura", located in what I remember as a half-built residential area. The studio is in a pavilion at the end of a densely planted backyard. To get there you have to use a walkway, slightly elevated above ground level. To one side of it, there is an accumulation, in a relative order but not unintentionally, of various building materials. They reveal the preferences of the architects and their permanent experimentation with construction. On the opposite side, the ground is shaded by trees and slightly damp. The slightly raised walkway produces the right distance to make it an object of contemplation: the garden of Paulo Mendes, the most beautiful in Asunción, made with a broom, the broom that swept the leaves under the trees.

Mendes da Rocha has frequently declared his admiration for the Egyptian pyramids. He says that their form is a vivid demonstration of how they were built. Like in the garden of Solano, beautiful for having been built with a broom. This link between architecture and construction is very strong in the thinking of Paulo Mendes, and perhaps sets him apart from other Brazilian architects who have made innovation and formal experimentation a suitable field for their work. Even within the Paulista tradition of an architecture of boxes as straight as they are stark, the architecture of Mendes da Rocha seems to embody a particularly close and delicate relationship with construction.

Every tradition has that capacity as long as it remains alive. Paulo Mendes' work is, in itself, a sign of the vitality of modern Brazilian architecture, one that goes back to the 1930s, inspired by the intelligence of Lucio Costa and embodied by the talent and intuition of Oscar Niemeyer. It would be wrong, however, to consider the architectural contribution of Paulo Mendes as that of a talented follower. It reveals, perhaps precisely because it is part of a movement, a certain collective conviction, a way to understand architecture and its relationship to culture and to life, which appears in his works more powerfully and accurately than that of some of the fathers of Brazilian modernism.

Mendes da Rocha has lived and worked mainly in São Paulo, so he is often associated with the Paulista School and the tutelary figure of Vilanova Artigas. However, the peculiarity of his work shows, paradoxically, the delicacy of what has been called Paulista *brutalism*⁵. True, the term *brutalism* coined by Reynar Banham requires careful translation. It does not necessarily refer to a condition of brutality but rather to the

2. Artigas, Rosa, Mendes da Rocha Paulo, Wisnik, Guilherme, *Paulo Mendes da Rocha*, p. 172.

3. The Paraguay-Brazil Experimental College designed by Reidy in 1952, contemporaneously with his Museum of Contemporary Art in Rio de Janeiro. This was the first component of a group originally conceived as a Campus for the National University of Asunción, which was never completed. Construction of the building lasted until 1965. It now houses the School and Faculty of Philosophy.

4. Solano Benítez, born in Asunción in 1963, graduated as an architect in 1986 from the Faculty of Architecture at the National University of Asunción. Founder of the studio "Gabinete de Arquitectura". His work has received international recognition and various prizes, and he has taught and lectured at a number of universities around the world.

5. Banham, Reynar, *Der Brutalismus in der Architektur: Ethik oder Aesthetik*, Krämer, Stuttgart, 1966.

con el lujo poético: arribar a la ciudad desde y sobre el río sería para Buenos Aires algo tan gratuito como invaluable.

La simultánea relación de Paulo Mendes con la geografía por un lado y la técnica por el otro, constituye una clave interpretativa fundamental para comprender el conjunto de su obra. El mismo ha señalado en alguna ocasión “Para mim, a primeira e primordial arquitetura é a geografia”². Muchos de sus proyectos están marcados por este carácter geográfico. Desde Cidade o Tieté (1980) a Baía de Vitória (1993) lo que apreciamos son dibujos sobre el territorio que aspiran a conseguir una reordenación humana de geografía y naturaleza. La presencia de la naturaleza tiene para él resonancias históricas y culturales. Ella está íntimamente ligada a la idea de América, sobre cuyo territorio tiene lugar una historia social y cultural de la que Mendes da Rocha parece especialmente consciente.

El empleo de medios técnicos derivados de la ciencia y de la industria es para el arquitecto la posibilidad de habérselas con esa naturaleza. No para suprimirla y derrotarla sino para someterla a lo que él vislumbra como un proceso de humanización. Dibujando sobre el territorio aspira a darle a esa historia un sentido nuevo.

En Paulo Mendes se reconoce con claridad la convicción moderna acerca de que hay una íntima conexión entre medios técnicos y unas nuevas y mejores formas de vida. Que, debidamente empleados, esos medios pueden abrir posibilidades a una vida humana más plena, poniendo en un segundo plano, o derechamente desconociendo, las corrientes de pensamiento que ponen la técnica bajo sospecha. Para él, ejemplos como el de Copacabana no hacen sino demostrar que la posibilidad de grandes proyectos no es una utopía irrealizable y que la posibilidad de trabajar en conjunto con una ingeniería sensible a la vida y a la cultura, no puede ser sino provechosa.

Una *promenade* en Asunción

Encuentro nuevamente a Paulo Mendes da Rocha en la Bial de Asunción del Paraguay del año 2000. En una de las sesiones, presento el proyecto de la Escuela de Medicina que por entonces comenzábamos a desarrollábamos con Alejandro Aravena relacionándolo con la idea de tejido y remontándome para ello a las ideas de Semper. “Usted en un gran tejedor” me dice Paulo Mendes con amabilidad no exenta de ironía al concluir la presentación.

Terminada la sesión, me invita con entusiasmo a visitar una escuela de Affonso Edoardo Reidy que, para mi sorpresa, existe en Asunción³. Un joven arquitecto local, que Paulo me presenta, nos lleva dando tumbos en su camioneta, hasta el lugar. No retuve inmediatamente su nombre. Se trataba de Solano Benítez⁴, el más destacado arquitecto paraguayo de su generación, responsable de una de las contribuciones más originales a la arquitectura sudamericana de estas últimas décadas.

Arribamos a la escuela, localizada en un paraje extraordinario frente al río Paraguay. Se encuentra aún en uso y en razonables condiciones de conservación. Recorremos la escuela, un prolongado bloque colocado limpiamente en el contexto geográfico, en medio de los estudiantes que circulan alrededor nuestro. Paulo mira con atención el edificio, con una

atención no exenta de nostalgia; una nostalgia surgida de recordar las formas conocidas de un arquitecto admirado: una tradición de la que parece sentirse parte, sin complejos.

De vuelta en la camioneta y tras una breve charla en un viejo café, dice que me llevará a conocer el jardín más hermoso de Asunción. Solano Benítez sonríe al volante. Yo no puedo imaginar exactamente el paraje a que Paulo, misteriosamente, alude. Sólo se me viene a la mente la belleza convencional de un jardín pintoresco, en el paisaje tropical de Asunción. Agrega que el jardín es hermoso porque está hecho con una escoba, lo que pone en crisis la imagen que se me había venido a la cabeza. Imagino entonces algo cercano a los jardines japoneses dibujados sobre arena.

A lo que llegamos, es al estudio de Solano Benítez y “Gabinete de Arquitectura”, situado en lo que recuerdo como un área residencial a medio construir. El estudio es un pabellón situado al fondo de un terreno densamente plantado. Para llegar a él hay que recorrer una pasarela ligeramente elevada sobre el nivel de suelo. Hacia un costado de ésta, se acumulan en un orden relativo pero no ausente de intención, diversos materiales de construcción. Ellos delatan las preferencias de los arquitectos y su permanente experimentación constructiva. Hacia el lado opuesto el suelo sombreado por los árboles y ligeramente húmedo. El leve alzamiento de la pasarela hace que se produzca la distancia justa para convertirlo en un objeto de contemplación: es el jardín de Paulo Mendes, el más hermoso de Asunción, hecho con una escoba, la escoba que ha barrido las hojas bajo los árboles.

Mendes da Rocha ha declarado muchas veces su admiración por las pirámides de Egipto. Dice que en ellas la forma es una demostración viva del modo en que se construyeron. Tal como en el jardín de Solano, bello por estar construido con una escoba. Esta vinculación entre arquitectura y construcción es muy fuerte en el pensar de Paulo Mendez, que acaso lo aparte de otros arquitectos brasileños que han hecho de la innovación y la experimentación formal un campo propicio de trabajo. Aún dentro de la tradición paulista de una arquitectura de cajas tan directas como escuetas, la arquitectura de Medez da Rocha parece encarnar una relación particularmente estrecha y delicada con la construcción.

Toda tradición tiene el carácter de tal mientras permanece viva. La obra de Paulo Mendes constituye, en sí misma, una muestra de la vitalidad de la arquitectura moderna brasileña, aquella que se remonta a la década de 1930, inspirada por la inteligencia de Lucio Costa y encarnada por el talento y la intuición de Oscar Niemayer. Sería equivocado, sin embargo considerar la contribución arquitectónica de Paulo Mendes como la de un epígono talentoso. Ella revela, tal vez precisamente por ser parte de un movimiento, una cierta convicción colectiva. Un modo de comprender la arquitectura y su relación con la cultura y con la vida, que aparece en sus trabajos con más fuerza y con más precisión que en la de algunos de los padres del modernismo brasileño.

Mendes da Rocha ha residido y trabajado principalmente en Sao Paulo, por lo que frecuentemente se lo asocia a la escuela paulista y a la figura tutelar de Vilanova Artigas. Sin embargo, la peculiaridad de su obra muestra, paradójicamente, la delicadeza de lo que se ha denominado el brutalismo paulista. Es verdad que el término *brutalismo*⁵ acuñado por Reynar Banham requiere de una traducción cuidadosa. Él no alude necesariamente a una condición de brutalidad sino más bien al valor de aquello está en bruto y concretamente al hormigón, un material que ha

2. Artigas, Rosa, Mendes da Rocha Paulo, Wisnik, Guilherme, *Paulo Mendes da Rocha*, p. 172.

3. Se trata del Colegio Experimental Paraguay Brasil proyectado por Reidy en 1952, contemporáneamente con su Museo de Arte Contemporáneo en Rio de Janeiro. Se trataba de la primera intervención de un conjunto inicialmente concebido como una Campus universitario para la Universidad Nacional de Asunción que nunca llegaría a completarse. La construcción del edificio se prolonga hasta 1965. Actualmente es la sede del colegio y la facultad de Filosofía.

4. Solano Benítez, nació en Asunción en 1963, graduándose como arquitecto en 1986 por la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Asunción. Fundador del estudio “Gabinete de Arquitectura”. Su obra ha recibido reconocimiento internacional y diversos premios, habiendo enseñado y dado conferencias en diversas universidades alrededor del mundo.

5. Banham, Reynar, *Der Brutalismus in der Architektur: Ethik oder Aesthetik*, Krämer, Stuttgart, 1966.

value of what is raw and specifically to concrete, a material that has been a focus in the work of Paulo Mendes.

Mendes da Rocha represents, in his own way and with extraordinary talent, the tradition of modernism. Not that of the masters but that of a certain “normality” which developed afterwards, that sees the poetic potential of technique. One that brings out new possibilities, when refined by a perspective that gives it meaning. He is part of a living tradition of Brazilian architecture. His collaboration with the architects of younger generations such as Ângelo Bucci, Fernando de Mello Franco, Milton Braga and Marta Moreira has allowed him to become a privileged link to extend that tradition.

In the work of Paulo Mendes the intention to maximise the effort of the structure is often present as if, resonating with some of the convictions of Mies van der Rohe, this technical effort was a source of intensity for architecture. However, the deployment of this structural endeavour, even in works of medium or smaller scale, is always treated with contention, fairness and sensitivity. Already in the Clube Atlético Paulista (1958) one of the works that made Paulo Mendes known early in his career, minimisation of the structural supports provides a delicate way of positioning the mass on the terrain. Meanwhile, the Forma shop (1987) is designed as a bridge from end to end over the land from which the access staircase descends. This allows the pavement of the sidewalk to be extended to the bottom of the site, widening the public space. Inside, a sensitive and intelligent use of the dimensions of the structure necessary to save this light determines the levels and spatial nature of the enclosure. At the Museum of Sculpture (1988-1995) the large roof of sixty metres of light, without intermediate supports, crowns the platform of the building and acts as the roof over the access. By providing and unifying a public space it constitutes one of the most memorable elements of the building.

Similar attitudes can be recognised in the Plaza del Patriarca (1992-2000), where a roof hangs from a frame that exceeds it, acting as a sort of triumphal arch, and in the bridges crossing the old building renovated to house the São Paulo State Museum (1993). The same attitude of contained virtuosity can be seen in all of them, used for specific architectural purposes and never as mere display. All these cases provide insight into the meaning Mendes da Rocha gives the relationship between architecture and construction. His work supports, like any dense work, multiple interpretations. His contribution to the long and complex reflection on the meaning of technique in the domain of architecture, which crosses the entire 20th century, illuminates the relationship between technology and human life and culture. It is perhaps to this attitude that Mendes da Rocha alludes in the addresses he often uses to introduce his presentations: an attempt, in his way, to put architecture into the context of an ethical attitude and a political project.

References

R. Artigas, P. Mendes da Rocha, and G. Wisnik, *Paulo Mendes da Rocha, “Baía de Montevideú”*: Cosac y Naify, 2000, pp. 218-221.

R. Artigas, P. Mendes da Rocha, and G. Wisnik, *Paulo Mendes da Rocha, “Baía de Montevideú”*: Cosac y Naify, 2000, p. 172.

R. Banham, *Der Brutalismus in der Architektur: Ethik oder Aesthetik*. Stuttgart: Krämer, 1966.

sido privilegiado en la obra de Paulo Mendes.

Mendes da Rocha representa, a su manera y con talento extraordinario, la tradición del movimiento moderno. No aquella de los maestros sino la de una cierta “normalidad” desarrollada con posterioridad a ellos, que es capaz de ver la potencialidad poética de la técnica. Aquella que hace relucir nuevas posibilidades, al ser refinada por una mirada que le da sentido. El es parte de una tradición viva de la arquitectura brasileña. Su colaboración con arquitectos de generaciones más jóvenes como Ângelo Bucci, Fernando de Mello Franco, Milton Braga o Marta Moreira le han permitido constituirse en un eslabón privilegiado para prolongar esa tradición.

En la obra de Paulo Mendes es frecuente la intención de extremar el esfuerzo de la estructura como si, resonando con algunas de las convicciones de Mies van der Rohe, ese esfuerzo técnico fuese una fuente de intensidad para la arquitectura. Sin embargo, el despliegue de ese esfuerzo estructural, aún en obras de escala media o menor, aparece tratado siempre con retención, con justeza y delicadeza. Ya en el Club Atlético Paulista (1958) una de las obras que tempranamente dan a conocer a Paulo Mendes, la reducción al mínimo de los apoyos estructurales permite una delicada manera de posar el volumen sobre el terreno. Por su parte, la tienda Forma (1987) es concebida como un puente de extremo a extremo del terreno del que desciende la escalera de acceso. Tal condición permite que el pavimento de la vereda se prolongue hasta el fondo del terreno, ensanchando el espacio público. En el interior, un aprovechamiento sensible e inteligente de las dimensiones de la estructura necesaria para salvar esa luz, determina los niveles y la condición espacial del recinto. En el Museo de Escultura (1988-1995) es la gran cubierta de sesenta metros de luz, sin apoyos intermedios, la que corona la plataforma del edificio y actúa como cubierta del acceso. Al garantizar y unificar un espacio público ella se constituye en uno de los elementos más memorables del edificio.

Actitudes similares pueden reconocerse en la Plaza del Patriarca (1992-2000), donde una cubierta cuelga de un marco que la excede, actuando como una especie de arco de triunfo, o en los puentes que cruzan el antiguo edificio renovado para el Museo Estatal de Sao Paulo (1993). En todas ellas se percibe la misma actitud de retenido virtuosismo, puesto al servicio de hechos precisos de arquitectura y nunca como mera exhibición. Todos estos casos permiten comprender mejor el sentido que Mendes da Rocha da a la relación de arquitectura y construcción. Su obra admite, como toda obra densa, múltiples interpretaciones. Su contribución a la ya larga y compleja reflexión sobre el sentido de la técnica en el dominio de la arquitectura, que cruza todo el siglo XX, ilumina la relación de la técnica con la vida humana y la cultura. Es acaso a esta actitud a la que se refieren los discursos con que Mendes da Rocha suele introducir sus presentaciones: un intento por situar a su manera, la arquitectura en el contexto de una actitud ética y un proyecto político.



Coordination of work in the Coach Museum supported by BIM methodology

António Ruivo Meireles, Bernardo Salavessa and Fernando Gonçalves

1. Introduction

In October, an imposing building of more than 11,500 m² was opened in Lisbon, between Avenida da Índia and Rua da Junqueira, which has the potential to contribute to the transformation of the city: the New Coach Museum. According to the architect, Paulo Mendes da Rocha, the museum will host “the whole extraordinary lyricism associated with coaches, with (...) beautiful (...) Neptunes and angels and gilded figures” and in that sense, nothing has been left to chance in its design.

The building has a number of idiosyncrasies, most notably the fact that it is a volume of rectangular shapes (see photo below) and broad spaces, and that it is “suspended” with spans of considerable size, having to support art exhibits of more than 7 m in length and weighing tons. (see Figure 01)

There are many stories that could be told about the construction of this building, such as the concreting of a 25 m x 120 m slab finished directly. However, with the aim of awakening the construction industry to the potential of the Building Information Model (BIM), the focus of this article will be the contribution of this new methodology to this particular work. (see Figure 02)

2. The Building Information Model

Various forms of simulation have been used throughout history. The wooden models of the 15th century in the Renaissance period are an example, as are the diagrams, designs and specifications that have been used for hundreds of years as a means of transmitting information. However, the information contained in these forms is incomplete and fragmented.

The BIM is a new approach that involves the generation and management of a virtual physical and functional representation of a project. The result is a shared knowledge base that will support decision making throughout the life of the project, allowing you to reduce costs, eliminate waste and improve communication between all the participants in the value chain. The BIM is therefore the project, but also the simulation of the construction process and its use.

3. The Challenge

The suspended body of the New Coach Museum is supported by a dense metal structure with mechanical properties that provide the strength to sustain the tons of various coaches and the thousands of visitors expected to flow through this building, in addition to its own



01
02



03

weight resulting from a structural design that aimed to provide broad and free spaces. (see Figure 03)

It is important to stress the challenge of achieving the compatibility of the existing engineering specialties with the placement of hundreds of metres of pipes and tubing, in a confined space in the false ceiling of the metal structure, as shown in the following figure. (see Figure 04)

Note that, although to begin with it seemed to be unthinkable that in a museum of this magnitude the various services should remain on view, in practice the concept of the architect, Paul Mendes da Rocha, was that they are visible through a false ceiling constituted by a non-opaque metal grating. This will enable the public, in general, to see the complex tangle of ducts, conduits and cable trays for different services, increasing the need for special care in the layouts and in their presentation and finishes.

Between this ceiling and the sheet metal roof, through the lattice of the metal structure, there are the HVAC installations (pipes and tubing), cable trays for electrical, communications and safety power cables, luminaires, switchboards, the fire-fighting and sprinklers network, the drainage system for rainwater from the roof, and many others.

The metal grid encloses the space where all these infrastructures are

Figure 01 – Coach Museum in March 2012.

Figure 02 – 25 m x 100 m slab finished directly.

Figure 03 – Metallic Structure.

Coordenação de obra suportada pela metodologia BIM no Museu Nacional dos Coches

António Ruivo Meireles, Bernardo Salavessa e Fernando Gonçalves

1. Introdução

Em outubro vai nascer em Lisboa, entre a Avenida da Índia e a Rua da Junqueira, um edifício imponente, com mais de 11.500 m², que terá o potencial de contribuir para a transformação da cidade: o Novo Museu dos Coches. De acordo com o Arq. Paulo Mendes da Rocha, o monumento vai albergar “toda a lírica extraordinária associada aos coches, com neptunos e anjos e dourados, (...) lindos (...)” e, nesse sentido, nada foi deixado ao acaso aquando a sua conceção.

O edifício reveste-se de inúmeras peculiaridades, sendo de destacar o facto de ser um volume de formas retilíneas (ver fotografia abaixo) e espaços amplos, assim como ser “suspenso” com vãos de dimensões consideráveis, tendo de suportar peças de arte com mais de 7 m de comprimento e que pesam toneladas. (ver Figura 01)

Muitas histórias relacionadas com a construção deste edifício poderiam ser contadas, como por exemplo, a betonagem de uma laje acabada diretamente com uma dimensão de 25 x 120 m. Todavia, e com o objetivo de despertar a indústria da construção para o potencial do Building Information Model (BIM), o enfoque deste artigo será o contributo desta nova metodologia para esta obra em particular. (ver Figura 02)

2. O Building Information Model

Várias formas de simulação têm vindo a ser usadas ao longo da história. Assim foi com as maquetes em madeira do século XV no período da Renascença, os diagramas, projetos e especificações que têm sido usadas desde há centenas de anos como forma de transmissão de informação. Contudo, a informação contida nestas formas está incompleta e fragmentada.

O BIM é uma nova abordagem que envolve a geração e gestão de uma representação física e funcional virtual de um empreendimento. O resultado é uma base de conhecimento partilhada que suportará a tomada de decisão ao longo do ciclo de vida do empreendimento, permitindo a redução de custos, a eliminação de desperdícios e a melhoria da comunicação entre todos os intervenientes da cadeia de valor. O BIM é então o projeto, mas também a simulação do processo construtivo e da sua utilização.

3. O Desafio

O corpo suspenso do Novo Museu dos Coches é suportado por uma densa estrutura metálica, com características mecânicas que lhe

conferem a resistência para sustentar as toneladas dos vários coches e dos milhares de visitantes que se espera que afluam a este edifício, para além do próprio peso, resultante da conceção estrutural que visou a obtenção de espaços amplos e libertos. (ver Figura 03)

Como desafios importa realçar a compatibilização das especialidades de engenharia existentes e a colocação de centenas de metros lineares de condutas e tubagens, num espaço exíguo no teto falso da estrutura metálica, conforme ilustra a figura seguinte. (ver Figura 04)

Note-se que, apesar de à partida parecer ser impensável que num monumento desta magnitude as várias instalações ficassem à vista, na prática do conceito do Arq. Paulo Mendes da Rocha as mesmas serão visíveis através de um teto falso constituído por um gradil metálico, não opaco. Este vai permitir ao público, em geral, visualizar o complexo emaranhado de condutas, tubagens e caminhos de cabos das diversas especialidades, acrescentando a necessidade de especial cuidado nos traçados e na apresentação e acabamento dos mesmos. Refira-se que entre este teto e a cobertura em chapa metálica, por entre as treliças da estrutura metálica, apresentam-se as instalações de AVAC (condutas e tubagens), caminhos de cabos para alimentações de instalações elétricas, comunicações e segurança, aparelhos de iluminação, quadros elétricos, rede de incêndios e *sprinklers*, rede de drenagem de águas pluviais da cobertura, entre outros.

O gradil metálico delimita o espaço onde todas estas infraestruturas se encontram e está praticamente encostado à cota inferior da estrutura treliçada de suporte da cobertura. Tem simultaneamente uma função semelhante às “teias” existentes nas salas de espetáculos, podendo ser utilizado como caminho de acesso para manutenção das infraestruturas e equipamentos que se situam sobre os mesmos, o que explica o reforço estrutural acrescido, além de quatro pendurais por peça, dificultando e limitando ainda mais o espaço disponível.

Ou seja, o espaço que à partida poderia parecer amplo, acabou por se revelar exíguo. (ver Figura 05)

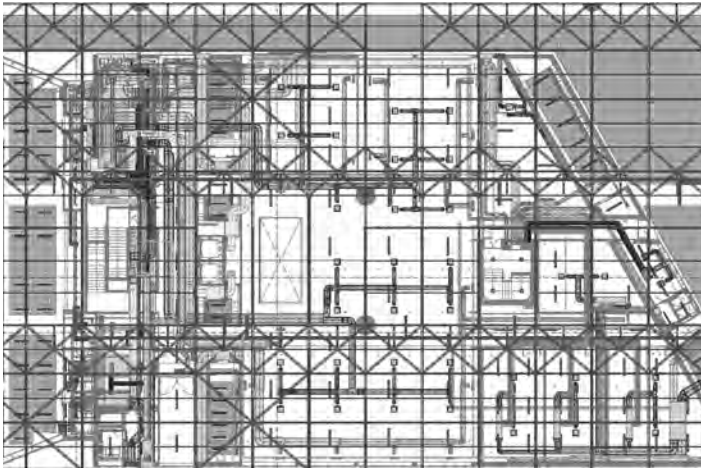
3. A Solução – Introdução do BIM no suporte à coordenação de projeto

Nesse sentido, impôs-se uma colaboração profícua entre a engenharia e o construtor. Aliar o saber conceber com o saber fazer, trabalhar em conjunto para uma maior otimização do espaço e uma mitigação do risco.

.....
Figura 01 – Museu dos Coches em Março de 2012.

Figura 02 – Laje acabada diretamente com dimensão de 25 x 100 m.

Figura 03 – Estrutura Metálica.



04
05

found and it practically touches the lower level of the lattice structure supporting the roof. Simultaneously it has a similar function to the “gantries” in theatres, and can be used as an access for maintenance of the infrastructure and equipment that sit on it, which explains the increased structural reinforcement, and four hangers per section, making the available space even more difficult and restricted.

In other words, the space that at the start would seem to be ample, turned out to be cramped. (see Figure 05)

3. The Solution – Introduction of the BIM to assist the coordination of the project

In this sense, a fruitful collaboration between the engineering team and the builder became paramount. It combined design knowledge with practical know-how, working together to further optimise the space and mitigate risks.

Early on the builder, through the detailed analysis of the drawings, realised the risks of the various specialties not having been properly brought into line with each other and that it would be necessary to invest in their integration.

The designer himself, conscious of the limitations of the available space, included in his project some cross-sections illustrating the layouts for the services and their interconnection with the metallic structure, but this was unfortunately not enough to allow the resolution of all conflicts.

Aware of the difficulty of communication that this would entail, Mota-

Engil Engenharia decided to use the most advanced three-dimensional modelling technologies to achieve what at first was an abstract analysis.

At its own risk, it initiated a comprehensive study of three-dimensional modelling of all engineering specialties over six consecutive weeks, in order to identify collisions and to propose resolutions for them to the designers.

Beyond the clear advantage that the model helps in the analysis and perception of the projects, about seventy errors and incompatibilities were identified throughout the work (see extract from the document below) that were presented to the designers for resolution and that triggered the process of discussion and adaptation of the designs. (see Figure 06)

The collaboration between everyone was very fruitful, and, as a result, improvements were made to the design and preparation of layouts. This consequently led to fewer site problems, and therefore lower extra costs. We admit that we could have gone further if, in this collaboration, the designers and we had together taken greater advantage of the BIM modelling tool in resolving these inconsistencies.

4. The Future

Mota-Engil argues that in a future project, the process of harmonisation with BIM tools should be achieved in a stage prior to construction, mitigating the burden on the design team during the construction support phase and allowing the builder to optimise his planning. The traditional expression, common to most works in the construction industry, “on site, with the pipes in place, we’ll see” is contrary to the principle that we aim to follow, i.e. to anticipate and resolve problems at an early stage of the project, decreasing the cost to the customer.

Mota-Engil has invested in exploring the concept of BIM over the past three years, and, together with other international construction companies (like Hartela, Peab, Webcor and Hathaway Dinwiddie) and with the Portuguese Scientific and Technological System (University of Porto Faculty of Engineering, Higher Education Technical School, Minho University, among others), has developed methodologies and concepts already recognised internationally as relevant and pioneering.





In November 2011, a national initiative was launched, called BIM-Fórum Portugal, supported by companies on a voluntary basis, which aims to boost the concept in Portuguese-speaking countries and the development of working standards, which is recognised by all stakeholders in the lifecycle a project (from the client, the designers and constructors through to the user), as shown in the next image.

The BIM is not exhausted at all in the case presented of the New Coach Museum. Despite pinpointing the incompatibilities being the most visible face of the BIM, this is probably not the most advantageous. We could list the numerous advantages to each stakeholder, but in general terms, we can say that there are dimensions that benefit all involved. The 3D dimension refers to COORDINATION/QUALITY, using the model to reconcile the various specialties and support in ensuring consistency between drawings and written documents. The 4D concerns the TIME factor, i.e. the ability to plan the project, based on the simulation of various scenarios and risk analyses. The 5D involves the COST factor, the ability to make informed decisions, i.e. to estimate a project more accurately by mitigating the possibility of erroneously quantifying certain tasks. Finally, the 6D involves LOGISTICS and SECURITY, the latter always being considered one of the most important factors in any planning.

Figure 04 – Representation of the density of the services networks.

Figure 05 – Physical space for the services installations.

Figure 06 – Extract from the incompatibility report produced.

CC12209 - NOVO MUSEU DOS COCHES NOVO MUSEU DOS COCHES NEW Coach Museum							
ID	Especialidades Specialties	Descrição Description	Piso Floor	Eixos Axes	Desenhos Graphics	Screenshots	Decisão de Modelação Decision Making
P1_001	EST/AVAC STR/HVAC	Colisão entre a conduta de desenfumagem e conduta de extracção e com a estrutura metálica. Collision between smoke and air extraction piping and steel structure.	Piso 1 Floor 1	PB2; PB3/ PI; P2	FT0201MECPEPL101A		Modelou-se conforme o traçado indicado no projeto de AVAC. Modeled according to HVAC design.
P1_002	EST/AVAC STR/HVAC	Colisão entre a conduta de desenfumagem pressurizada e com a estrutura metálica. Projeto incoerente com o dimensionamento indicado em planta. Collision between pressured smoke piping and steel structure. Design is not compatible with dimensions shown in floor plan.	Piso 1 Floor 1	PB2; PB3/ P1; P2	FT0201MECPEPL101A		Modelou-se conforme o traçado indicado no projeto de AVAC. Modelou-se conforme o dimensionamento indicado em planta. Modeled according to HVAC design. Modeled according to dimensions shown in floor plan.
P1_003	EST/AVAC STR/HVAC	Colisão entre a conduta de extracção e a estrutura metálica. Collision between air extraction piping and steel structure.	Piso 1 Floor 1	PD1; PD2/ PI; P2	FT0201MECPEPL101A		Modelou-se conforme o traçado indicado no projeto de AVAC. Modeled according to HVAC design.
P1_004	EST/AVAC STR/HVAC	Colisão entre a conduta de insuflação com a conduta de retorno e a estrutura metálica. Collision between air inflation piping with steel structure.	Piso 1 Floor 1	PB3; PB4/ PI; P2	FT0201MECPEPL101A		Modelou-se conforme o traçado indicado no projeto de AVAC. Modeled according to HVAC design.

06

Desde cedo que o construtor, através da análise detalhada que realizou às peças desenhadas, se apercebeu do risco das várias especialidades não estarem devidamente compatibilizadas e que haveria a necessidade de investir na sua integração.

O próprio projetista, consciente da limitação dos espaços disponíveis, contemplou no seu projeto alguns cortes ilustrativos dos traçados das instalações e sua interligação com a estrutura metálica, mas, infelizmente, em número insuficiente que permitisse a resolução da totalidade dos conflitos existentes.

Consciente da dificuldade de comunicação que este facto acarretaria, a Mota-Engil Engenharia resolveu recorrer às mais avançadas tecnologias de modelação tridimensional para conseguir defender aquilo que no início era uma análise abstrata.

Por sua conta e risco, iniciou um vasto trabalho de modelação tridimensional ao longo de seis semanas consecutivas de todas as especialidades de engenharia, com o objetivo de identificar colisões e propor aos projetistas resoluções para as mesmas.

Para além da vantagem inequívoca de que o modelo auxilia na análise e perceção dos projetos, ao longo do trabalho foram identificadas cerca de setenta incompatibilidades e erros (ver extrato do documento abaixo) que foram apresentados aos projetistas para resolução e que motivaram o despoletar do processo de discussão e adaptação dos projetos. (ver Figura 06)

A colaboração entre todos foi bastante proveitosa, tendo o resultado se traduzido numa melhoria de projeto e de preparação de traçados. Daí advieram, consequentemente, menores problemas em obra e, portanto, menores custos extraordinários. Admitimos que se poderia ter ido mais além se, nesta colaboração, os projetistas, em conjunto connosco, tivessem tirado maior partido da ferramenta de modelação BIM na resolução destas incompatibilidades.

4. O Futuro

A Mota-Engil Engenharia defende que, num futuro projeto, o processo de compatibilização com ferramentas BIM deveria ser concretizado numa fase anterior à construção, mitigando os encargos para a equipa de projeto na fase de apoio à obra e permitindo ao construtor otimizar o seu planeamento. A tradicional expressão, comum à generalidade das empreitadas da indústria da construção, “em obra, com as condutas no sítio, logo se vê” é contrária ao princípio que procuramos seguir, isto é,

antecipar e resolver os problemas numa fase embrionária do projeto diminuindo os custos para o cliente.

A Mota-Engil Engenharia tem investido na exploração do conceito do BIM ao longo dos últimos três anos, tendo, em conjunto com outras empresas de construção internacionais (como a Hartela, Peab, Webcor ou Hathaway Dinwiddie) e com o Sistema Científico e Tecnológico Português (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Instituto Superior Técnico, Universidade do Minho, entre outras), procedido ao desenvolvimento de metodologias e conceitos já reconhecidos internacionalmente como relevantes e pioneiros.

Em novembro de 2011, foi lançada uma iniciativa nacional, designada por BIM Fórum Portugal, suportada por empresas em regime de voluntariado, que visa a dinamização do conceito em terras lusitanas e o desenvolvimento de normas de trabalho, reconhecidas por todas as partes interessadas do ciclo de vida de um empreendimento (desde o cliente até ao utilizador, passando pelos projetistas e construtores), conforme ilustra a imagem ao lado.

O BIM não se esgota, de todo, no caso apresentado do Novo Museu dos Coches. Apesar do levantamento de incompatibilidades ser a face mais visível do BIM, esta não será, provavelmente, a mais vantajosa. Poderíamos listar as inúmeras vantagens para cada um dos *stakeholders*, mas, de uma forma genérica, podemos afirmar que existem dimensões que beneficiam todos os *stakeholders*. A dimensão do 3D refere-se à COORDENAÇÃO/QUALIDADE, à utilização do modelo para compatibilização das várias especialidades e apoio na garantia de conformidade de peças desenhadas e escritas. O 4D diz respeito ao fator TEMPO, ou seja, à capacidade de se planejar a empreitada, tendo por base a simulação de vários cenários e análises de risco. O 5D envolve o fator CUSTO, a capacidade de se tomar decisões informadas, isto é, de estimar um empreendimento com maior rigor mitigando a possibilidade de se quantificarem erradamente determinados trabalhos. Por fim, o 6D envolve a LOGÍSTICA e a SEGURANÇA, sendo esta última sempre considerada um dos fatores mais importantes de qualquer planeamento.

.....
Figura 04 – Representação da densidade de redes existente.

Figura 05 – Espaço físico para as instalações especiais.

Figura 06 – Extrato do relatório de incompatibilidades produzido.

Sustainable use and demand management of water at the university of São Paulo – the PURA USP programme

Orestes Marracini Gonçalves, Gisele Sanches da Silva and Humberto Oyamada Tamaki

1. Sustainable use of water

Sustainability has been the subject of extensive research over the last two decades. We could cite, for instance, the World Conference on Sustainable Construction, held in 2005, in Tokyo, to which 684 papers from various countries around the world were presented. However, not one of the 19 sections dealt specifically with the issue of water and 43% of the papers presented addressed the use of energy and the climate, environmental assessment tools for buildings and sustainable urban regeneration (116, 72 and 55, respectively), but few dealt specifically with the sustainable use of water.

In Brazil, according to Silva, V.G. (2007), efforts are underway to establish sustainability indicators; however, for the country to be able to further their development, a consensual methodology must be defined, data collected, and national indicators defined, in order to create a robust database to be kept updated and widely accessible.

With regard to the sustainable use of water, a number of works addressing in more depth existing national and international indicators and the setting of national indicators are cited below:

Kalbusch (2006) compares different sustainability assessment tools for office buildings in terms of hydraulic and sanitary systems and the use of water. Considering the tools evaluated by the author (BREEAM, GBTool, LEED, CSTB, CASBEE), a lack of consensus on the indicators used can be seen. Under the rational use of water category, BREEAM cites consumption, measurement and monitoring, leak detection and water-saving equipment; GBTool refers to consumption, measurement and monitoring, water-saving equipment and efficient landscape irrigation; CSTB refers to water-saving equipment, awareness-raising of users and monitoring; and CASBEE only mentions water-saving equipment. Under the re-use category, BREEAM does not cite any indicators; GBTool refers to re-use on-site (greywater); LEED mentions re-use for landscape irrigation; CSTB cites use of non-drinkable water for uses not requiring this type of water; and CASBEE mentions re-use as a way to reduce the load on local infrastructure for sewerage treatment and use for irrigation of green spaces (as a form of containing “heat islands”). Lastly, under the rainwater use category, the first two tools do not show any indicators; LEED cites rainwater management (treatment) and use for landscape irrigation; CSTB refers rainwater use; and LEED mentions rainwater use and the irrigation of green spaces (to contain “heat islands”). Finally, the author proposes a list of indicators which include, under the rational use of water category, the use of water-saving equipment, measurement and monitoring, awareness-raising of users, efficient landscaping,

reduction of qualitative waste, optimised placement of heaters and hot water plumbing insulation. Under the re-use and rainwater categories, the author mentions its use for beneficial purposes in the building.

Vilhena; Andery (2006) define guidelines for the sustainability of buildings with the potential to direct clients, developers, designers, builders, suppliers and users in decision-taking in each phase of the project's lifecycle. The authors address other categories, in addition to water, but specifically for the latter they offer environmental guidelines for the design, building and operation stages. These guidelines include the adoption of water-saving devices, sectorial/individual measurement, regular procedures to identify and repair leaks, training and awareness-raising of teams, the definition of consumption targets and control for checking them, rainwater management (infiltration, retention, filtering/treatment), water conservation (rainwater collection and treatment, wastewater re-use treatment and more sustainable drainage systems).

In his masters' dissertation, Silva (2004) developed a systemic model for a permanent and structured programme for the rational use of water in university campuses. The model not only covers the technological actions implemented as changes to building systems are performed, but also water demand management when buildings are in operation, based on consumption target indicators supporting intervention decisions in building systems. This model was applied and validated at the University of São Paulo and is called PURA-USP.

2. PURA-USP

In response to the demand for structuring actions at the level of building systems and along the lines of systemic thinking, the development of Rational Use of Water Programmes was initiated, representing a paradigm change from the exclusive management of water supply to also include demand management, more consistent with the precepts of sustainable development.

According to Gonçalves (2003), the rational use of water is characterised by a focus on demand, when we are dealing with “Optimisation towards the least possible water consumption while maintaining consuming activities in terms of quality and quantity”. On the other hand, water conservation is characterised by a focus on demand and supply, when we are dealing with “Optimisation of demand added to the use of alternative water supplies, utilising “lower quality” water for “lower quality” usages.

The implementation of Rational Use of Water Programmes, with a special emphasis on programmes developed in the United States, following

Uso sustentável e gestão da demanda de água na universidade de São Paulo – o PURA USP

Orestes Marracini Gonçalves, Gisele Sanches da Silva e Humberto Oyamada Tamaki

1. Uso sustentável da água

A sustentabilidade tem sido objeto de muitas pesquisas nas últimas duas décadas. Pode-se citar, por exemplo a realização Conferência Mundial de Construção Sustentável, realizada em 2005, em Tóquio, na qual foram apresentados 684 trabalhos de vários países do mundo. Observa-se, porém, que das 19 seções, nenhuma tratou especificamente da água e que, dos trabalhos apresentados, 43% trataram do uso de energia e clima, de ferramentas de avaliação ambiental de edifícios e de regeneração urbana sustentável (116, 72 e 55, respectivamente), mas poucos trataram especificamente de sustentabilidade no uso da água.

No Brasil, segundo Silva, V.G. (2007), há esforços para estabelecer indicadores de sustentabilidade, mas para que o país possa avançar no desenvolvimento deles deve-se definir uma metodologia consensual, coletar dados, definir indicadores nacionais, criando-se uma base de dados robusta, a ser mantida atualizada e amplamente acessível.

Considerando a sustentabilidade no uso da água, são citados na sequência alguns trabalhos voltados para o aprofundamento de indicadores nacionais e internacionais existentes e para a criação de indicadores nacionais:

Kalbusch (2006) compara diferentes ferramentas de avaliação de sustentabilidade de edifícios de escritórios quanto aos sistemas hidráulicos e sanitários e ao uso da água. Considerando as ferramentas avaliadas pela autora – BREEAM, GBTool, LEED, CSTB, CASBEE – observa-se que não há um consenso dos indicadores utilizados. Na categoria uso racional da água, a BREEAM cita consumo, medição e monitoramento, detecção de vazamentos e equipamentos economizadores; a GBTool cita consumo, medição e monitoramento, equipamentos economizadores e irrigação paisagística eficiente; a CSTB cita equipamentos economizadores, conscientização dos usuários e monitoramento; e a CASBEE cita somente equipamentos economizadores. Na categoria reúso, a BREEAM não cita indicadores; a GBTool cita reúso no local (águas cinza); a LEED cita reúso para a irrigação paisagística; a CSTB cita utilização de água não potável para usos que não requeiram água com tal qualidade; e a CASBEE cita reúso como forma de reduzir a carga na infra-estrutura local de tratamento de esgoto e utilização para irrigação dos espaços verdes (como forma de conter as “ilhas de calor”). Por fim, na categoria aproveitamento de água pluvial, as duas primeiras ferramentas não apresentam indicadores; a LEED cita gerenciamento da água pluvial (tratamento) e utilização para irrigação paisagística; a CSTB cita aproveitamento da água pluvial; e a LEED cita utilização de água pluvial e irrigação dos espaços verdes (para conter as “ilhas de calor”). Por fim, a autora propõe uma lista de indicadores, que incluem, na categoria uso racional da

água – utilização de equipamentos economizadores, medição e monitoramento, conscientização dos usuários, paisagismo eficiente, redução do desperdício qualitativo, localização otimizada de aquecedores e isolamento de tubulação de água quente. Nas categorias reúso e águas pluviais, a autora cita sua utilização para usos benéficos no edifício.

Vilhena; Andery (2006) definem diretrizes para a sustentabilidade das edificações capazes de orientar clientes, incorporadores, projetistas, construtores, fornecedores e usuários na tomada de decisões em cada fase do ciclo de vida do empreendimento. Os autores abordam outras categorias além da água, mas nesta, em específico, apresentam diretrizes ambientais para as fases de projeto, de construção e de operação. Entre as diretrizes incluem-se a adoção de dispositivos economizadores, a medição setorizada/individualizada, os procedimentos regulares para identificar e reparar vazamentos, o treinamento e conscientização da equipe, a definição de meta de consumo de água e o controle para sua verificação, a gestão de água de chuva (infiltração, retenção, filtragem/tratamento), a conservação de água (coleta e tratamento de água de chuva, tratamento de reúso de água servida e sistemas de drenagem mais sustentáveis).

Silva (2004) desenvolveu em sua dissertação de mestrado um modelo sistêmico de programa permanente e estruturado de uso racional da água em *campi* universitários. O modelo abrange não somente as ações tecnológicas implementadas na fase da execução das modificações nos sistemas prediais, mas também a gestão da demanda de água durante a operação dos edifícios, baseada em indicadores meta de consumo que apoiam as decisões de intervenção nos sistemas prediais. Este modelo foi aplicado e validado nos *campi* da Universidade de São Paulo e se denomina PURA-USP

2. O PURA-USP

Atendendo à demanda de ações estruturantes no nível dos sistemas prediais e seguindo a linha do pensamento sistêmico, deu-se início ao desenvolvimento de Programas de Uso Racional da Água, que representam uma mudança de paradigma da exclusiva gestão da oferta para a gestão também da demanda de água, mais coerente com os preceitos do desenvolvimento sustentável.

Conforme Gonçalves (2003), o uso racional da água é caracterizado por um enfoque na demanda, tratando-se da “Otimização em busca do menor consumo de água possível mantidas, em qualidade e quantidade, as atividades consumidoras”. A conservação de água, por outro lado, é caracterizado por um enfoque na demanda e na oferta, tratando-se da “Otimização da demanda somada ao uso de ofertas alternativas de água, empregando água ‘menos nobre’ para fins ‘menos nobres’”.



the Energy Policy Act, prompted the Basic Sanitation Company of the State of São Paulo (SABESP) to develop the Rational Use of Water for Buildings Programme in the São Paulo Metropolitan Region (RMSP). The Programme began in 1996, based on an agreement between SABESP, the USP Polytechnic (EPUSP) and the Technological Research Institute (IPT) and was structured into six macro-programmes which included a database, an institutional laboratory, the evaluation and aptness of technologies, the characterisation of demand and impacts of savings on the housing sector, quality programmes and specific water-saving programmes in different types of buildings.

Also in 1997, in the context of the sixth PURA macro-programme, studies began for its implementation in the Armando Salles Oliveira University Campus (CUASO), as a case study in university campuses, which prompted the start of the Programme for the Rational Use of Water at the University of São Paulo (PURA-USP).

3. Planning and implementation of the pura-usp

A university campus has the particularity of including, within the same area, buildings with very different uses, many of which are considered to be major consumers. In addition to schools, it may include laboratories, hospitals, residences, creches, restaurants, sports clubs, museums, theatres, offices, workshops, parking lots, green spaces and even farming and cattle breeding. Hence, the difficulty in implementing a PURA in such a complex system, in which the function of each building and the corresponding needs of each user are so diverse.

Silva (2004) suggests that, if the Programme takes on a permanent character, if it is structured and incorporated into the institution's or-

ganisation, if it includes planning, pre-implementation, implementation, post-implementation and, throughout its whole development, water demand management, in addition to a reduction in consumption, other outcomes will be achieved, called effects: changes in the cold water and sanitary equipment supply systems, in administrative and building maintenance practices and in design parameters, in technological development of equipment, in awareness-raising for water conservation (and consequent adoption of alternative sources), and behavioural changes in users; and that, if these effects are managed, combined with the management of water demand and the Programme itself, consumption thresholds will be kept at their lowest levels or even decreased.

For the implementation of PURA-USP, a Technical Cooperation Agreement was signed between USP and SABESP, through which the University undertook to comply with payments of water and sewerage services and to implement the Programme, in exchange for a 25% reduction in water rates. In institutional terms, in compliance with State Decree of 15 May 2011, which set up the State Programme for the Rational Use of Drinking Water in the institutions directly or indirectly controlled by the State of São Paulo, two ministerial orders were published formalising PURA-USP at the University.

3.1 Planning of PURA-USP

The implementation of PURA-USP was preceded by a planning stage that included:

- *Survey on the motivation for the implementation of the Programme:* according to data collected in 1997, it was observed that the University Campus units showed an average water consumption of 150,000 m³/month, which represented a cost of over R\$1 million per month, for



A implantação de Programas de Uso Racional da Água, com destaque para os programas desenvolvidos nos Estados Unidos a partir da lei *Energy Policy Act*, motivou a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) a desenvolver na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), o Programa do Uso Racional da Água em Edifícios. O Programa teve início em 1996, através de convênio entre a SABESP, a Escola Politécnica da USP (EPUSP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e foi estruturado em seis macroprogramas que incluíram banco de dados, laboratório institucional, avaliação e adequação de tecnologias, caracterização da demanda e impactos da economia no setor habitacional, programas qualidade e programas específicos de economia de água em diferentes tipos de edifícios.

Ainda em 1997, no contexto do sexto macroprograma do PURA, foram iniciados os estudos para sua implementação na Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira (CUASO), como estudo de caso em *campi* universitários, o que deu início ao Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo (PURA-USP).

3. Planejamento e implantação do pura-usp

Um *campus* universitário tem a particularidade de incluir, numa mesma área, edificações com tipologias de uso bem distintas, muitas das quais consideradas como grandes consumidoras. Além de escolas, ele pode incluir: laboratórios, hospitais, moradias, creches, restaurantes, clubes esportivos, museus, teatros, escritórios, oficinas, estacionamentos, áreas verdes, e até mesmo áreas de cultivo agrícola e de criação de animais. Daí a dificuldade de implementação de um PURA em um sistema tão complexo, no qual a função de cada edificação e as correspondentes

necessidades de cada usuário são tão distintas.

Silva (2004) propõe que, se o Programa for dotado de caráter permanente; se for estruturado e inserido na estrutura da instituição; se contemplar planejamento, pré-implantação, implantação, pós-implantação e, durante todo seu desenvolvimento, gestão da demanda da água; além da redução do consumo, serão obtidos outros resultados, chamados de efeitos: alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário, em rotinas de manutenção predial e administrativas, e em parâmetros de projeto; desenvolvimento tecnológico dos equipamentos; despertar para a conservação da água (e conseqüente introdução de fontes alternativas); e mudanças comportamentais dos usuários; e que, se estes efeitos forem gerenciados, aliando-se à gestão da demanda da água e do próprio Programa, os patamares de consumo serão mantidos em seus níveis inferiores ou até mesmo reduzidos.

Para a implementação do PURA-USP foi assinado um Convênio de Cooperação Técnica entre a USP e a SABESP, através do qual a Universidade comprometia-se a manter em dia os pagamentos relativos aos serviços de água e esgoto e a implantar o Programa em contrapartida à concessão de um desconto de 25% no valor da tarifa. Em termos institucionais, em atendimento ao Decreto Estadual de 15 de maio de 2001, que instituiu o Programa Estadual de Uso Racional da Água Potável nas entidades direta ou indiretamente controladas pelo Estado de São Paulo, foram lançadas duas portarias que formalizaram o PURA-USP na Universidade.

3.1 Planejamento do PURA-USP

A implantação do PURA-USP foi precedida por uma fase de planejamento, que incluiu:

water and sewerage services. Considering all USP units, this cost totalled R\$1.46 million per month, which corresponded to a share of water in the utility costs of 16.79% of costing expenses, excluding personnel and USP investment (CODAGE, 2004). This significant share, combined with the interest of the University in promoting research, justified the implementation of a Programme for the Rational Use of Water. Moreover, it was in the interests of the public water utility company to implement in one of its major consumers a programme of this nature and have water available for a larger number of users in the São Paulo Metropolitan Region, where water availability, today, is 202 m³/inhabitant/year, well below the value of 1,500 m³/inhabitant/year, adopted as critical by the United Nations.

- *Definition of the Programme aims:* in addition to decreasing water consumption, the implementation of PURA-USP aims at maintaining a reduced consumption level over time, implementing and keeping a structured water demand management system, and developing a methodology applicable elsewhere.
- *In-depth diagnosis of the situation:* the USP is the largest Brazilian public university, conducting its teaching, research and outreach activities in units located in the capital of the State of São Paulo (on and outside the University Campus) and in others outside it. Most buildings on the University Campus were constructed in the 1960s and 70s and their water systems had not undergone significant works, with various types of designs, installations and states of repair in place. Teams are small and there is virtually no preventative maintenance. Water supply to the campus is entirely made from the SABESP supply system. Water usages and the consequent quality of water required in the University Campus are quite diverse, including not only drinking and human hygiene, but also animal hygiene, food preparation, lab and hospital work, garden irrigation, general cleaning and sports activities.
- *Programme Structure:* for the development of the activities, a working structure was created, consisting of a PURA-USP Committee at Institution level, and PURA-Unit Committees at unit level, the latter being responsible for communication interfacing, assisting in activity programming and resolution of all water-related issues.

3.2 Pre-implementation of PURA-USP

The implementation phases of the Programme were defined according to the extent of water consumption, the types of activities conducted and the location of the units: *Phase 1 (1998-1999) and Phase 2 (2000/2001)* – units in the University Campus, respectively 7 units which consumed about 50% of water on the campus and with different types of usage, and the other 21 units; *Phase 3 (2002)* – 9 USP units in the city of São Paulo but outside the campus; and *Phase 4 (from 2003)* – USP units inland, located in the cities of Bauru, Piracicaba, Pirassununga, Ribeirão Preto, São Carlos and, more recently, Lorena, for which an initial diagnosis was carried out and part of the water-saving sanitary equipment required was supplied.

Meetings were held with unit representatives to exchange information and guide them in monitoring their water consumption and disseminating the Programme, while using these meetings to inspect the buildings. External partnerships were set up with the water utility company and equipment and system manufacturers, whereby these partners undertook to provide permanent technical assistance and technological development and solve problems jointly.

3.3 Implementation of PURA-USP and its Stages

The implementation of PURA-USP comprised the following stages:

- *Stage 1 – General diagnosis:* at this stage, the characteristics of the units were surveyed in more detail, as well as the cold water supply systems to buildings and their sanitary equipment and the water consumption history. Table 01 shows the characteristics of the University Campus, enabling the volume of work involved in the actions to be evaluated.

Table 01 – Characteristics of the University Campus in 2002.

Unit	Fixed population (people)	Built area (m ²)	Buildings (units)	Usage points (units)	Reservoirs (units)	External network (m)
Phase 1	31,727	340,293	70	8,302	154	10,201
Phase 2	23,214	384,693	144	10,879	313	26,636
Total	54,941	724,986	214	19,181*	467	36,837

*of which 55.8% are taps. Source: Silva (2004)

- *Stage 2 – Reduction of physical losses:* this stage included the updating of existing network records and the detection and elimination of leaks in external networks and reservoirs, using such equipment as listening rods, electronic geophones and leak noise correlators. The definition of intervention criteria was required. For networks, situations of a simple replacement of damaged segments or the replacement of the whole section were defined. For reservoirs, the regulation, replacement of floats and/or repairs to leaking pipes were carried out. Detection in networks revealed many leaks, and the precarious conditions of buried piping, some of which were subject to pressure of up to 700 kPa, were observed.
- *Stage 3 – Reduction of consumption at usage points:* this stage comprised leak detection and elimination at usage points, with leaks being observed in 2.5% of equipment installed at the University Campus and urinals being the equipment presenting the highest occurrence of leaks (SILVA, 2004). Conventional equipment was also replaced with water-saving models, whose acquisition took into account such aspects as standards, quality and performance expected throughout their lifetime.
- *Stage 4 – Characterisation of habits and streamlining of water consumption activities:* during this stage, users' habits were studied in activities undertaken in kitchens, labs, garden irrigation, cleaning in general, etc. Information on more efficient procedures was provided, minimising waste without losing quality. Water microbiological analyses were also conducted at some points. In lab environments, a high wastage of water was observed during water distillation processes. 240 distillers (mostly of the Pilsen type) were studied at the University Campus, representing a waste of nearly 3,000 m³/month (SILVA, 2004). However, a variation of 10 to 200 litres of cooling water lost for each litre of distilled water produced was observed, which led to testing by PURA-USP to determine the optimal operational point of the distillers. Tamaki et al. (2007) found that the leak variation of intake water, and consequently the cooling water lost, had little influence on the leakage from distilled water produced. Therefore, the correct regulation of intake water contributes to loss minimisation, as does re-use of cooling water. However, as a final solution, the replacement of distillation with technologies such as ion exchange, reverse osmosis and ultrafiltration is indicated, where water loss is minimal (if not inexistent).

- *Levantamento da motivação para a implantação do Programa:* conforme dados levantados de 1997, verificou-se que as unidades da Cidade Universitária apresentavam um consumo médio de água de 150 mil m³/mês, o que representava um gasto de mais de um R\$ 1 milhão por mês, referente aos serviços de água e esgoto. Considerando todas as unidades da USP, este gasto totalizava R\$ 1,46 milhões por mês, o que significava uma participação da água nos gastos com concessionárias de 16,79% das despesas de custeio, excetuando-se pessoal e investimento da USP (CODAGE, 2004). Esta expressiva participação, aliada ao interesse da Universidade em promover pesquisas, justificava a implantação de um Programa de Uso Racional de Água. Por outro lado, era de interesse da concessionária pública implantar, em uma de suas maiores consumidoras, um programa desta natureza e permitir a disponibilização de água para um número maior de usuários da Região Metropolitana de São Paulo, região cuja disponibilidade de água, hoje, é 202 m³/hab/ano, muito abaixo do valor de 1.500 m³/hab/ano adotado como crítico pela Organização das Nações Unidas (ONU).
- *Definição dos objetivos do Programa:* além de reduzir o consumo de água, a implementação do PURA-USP tem como objetivos manter o perfil de consumo reduzido ao longo do tempo, implantar e manter um sistema estruturado de gestão da demanda de água, e desenvolver uma metodologia aplicável a outros locais.
- *Aprofundamento do diagnóstico da situação:* a USP é a maior universidade pública do Brasil, desenvolvendo suas atividades de ensino, pesquisa e extensão em unidades localizadas na capital do estado de São Paulo (internas e externas à Cidade Universitária) e em outras no interior. A maior parte das edificações localizadas na Cidade Universitária foi construída nas décadas de 60 e 70 e seus sistemas hidráulicos não haviam sofrido intervenções significativas, verificando-se diversos tipos de concepções, instalações e estados de conservação. As equipes são reduzidas e quase não há manutenção preventiva. Todo suprimento de água do *campus* é realizado pela rede de serviço de abastecimento da SABESP. Os usos e as conseqüentes qualidades exigidas das águas na Cidade Universitária são os mais variados, incluindo não só a dessedentação e a higienização humana, como também a animal, preparação de alimentos, práticas laboratoriais e hospitalares, rega de jardins, limpeza em geral e prática de esportes, entre outros.
- *Estruturação do Programa:* como estrutura de trabalho, para o desenvolvimento das atividades, foi constituída uma Comissão PURA-USP, no nível da Instituição, e Comissões PURA-Unidade, no nível das unidades, estas últimas responsáveis pela interface de comunicação, auxiliando na programação das atividades e na resolução de todas as questões relativas à água.

3.2 Pré-implantação do PURA-USP

Em função da magnitude do consumo de água, da tipologia de atividade desenvolvida e da localização das unidades, definiu-se as fases de implementação do Programa: *Fase 1 (1998-1999) e Fase 2 (2000/2001)* – unidades localizadas na Cidade Universitária, respetivamente 7 unidades que eram responsáveis por cerca de 50% do consumo do *campus* e que apresentavam diferentes tipologias de uso e as demais 21 unidades; *Fase 3 (2002)* – 9 unidades da USP, na cidade de São Paulo, mas externas ao *campus*; e *Fase 4 (a partir de 2003)* – unidades da USP nos *campi* do Interior, localizados nas cidades de Bauru, Piracicaba, Pirassununga, Ribeirão Preto, São Carlos e, mais recentemente, Lorena, nas quais fez-se um diagnóstico inicial e o fornecimento de parte dos equipamentos sanitários economizadores demandados.

Foram realizadas reuniões com representantes das unidades para trocar informações e orientá-los a acompanhar seu consumo de água e divulgar o Programa, aproveitando-se as ocasiões para vistoriar as edificações. Foram estabelecidas parcerias externas, com a concessionária e com fabricantes de equipamentos e sistemas, possuindo estes parceiros o compromisso de assistência técnica permanente, desenvolvimento tecnológico constante e solução conjunta dos problemas.

3.3 Implantação do PURA-USP e suas Etapas

A implantação do PURA-USP apresentou as seguintes etapas:

- *Etapas 1 – Diagnóstico geral:* nesta etapa, aprofundou-se o levantamento das características das unidades, dos sistemas prediais de suprimento de água fria e de equipamento sanitário e do histórico de consumo de água. Na Tabela 01 são apresentadas características da Cidade Universitária, que permitem avaliar o volume de trabalho envolvido durante as intervenções.

Tabela 01 – Características da Cidade Universitária em 2002

Unidade	População fixa (pessoas)	Área edificada (m ²)	Edificações (unidades)	Pontos de utilização (unidades)	Reservatórios (unidades)	Rede externa (m)
Fase 1	31.727	340.293	70	8.302	154	10.201
Fase 2	23.214	384.693	144	10.879	313	26.636
Total	54.941	724.986	214	19.181*	467	36.837

*dos quais 55,8% são torneiras. Fonte: Silva (2004)

- *Etapas 2 – Redução de perdas físicas:* esta etapa incluiu a atualização do cadastro de redes existentes e a detecção e eliminação de vazamentos em redes externas e em reservatórios, utilizando-se equipamentos como haste de escuta, geofone eletrônico e correlacionador de ruídos. Fez-se necessária a definição de critérios de intervenção. Em redes, definiram-se situações de simples troca do segmento danificado ou de substituição do trecho total. Em reservatórios, procedeu-se à regulação, troca de boias e/ou reparos em tubulações com vazamentos. A detecção em redes revelou a existência de muitos vazamentos, constataando-se, principalmente, a precariedade das condições das tubulações enterradas, algumas das quais submetidas a pressões de até 700 kPa.
- *Etapas 3 – Redução de consumo nos pontos de utilização:* nesta etapa, foram realizadas a detecção e eliminação de vazamentos em pontos de utilização, constatando-se a ocorrência de vazamentos em 2,5% dos equipamentos instalados na Cidade Universitária e o mictório como equipamento com maior incidência de vazamentos (SILVA, 2004). Foi realizada também substituição de equipamentos convencionais por modelos economizadores, considerando-se para sua aquisição aspectos normativos, de qualidade e de desempenho esperado ao longo da vida útil.
- *Etapas 4 – Caracterização dos hábitos e racionalização das atividades que consomem água:* nesta etapa, foram levantados os hábitos dos usuários em atividades desenvolvidas em cozinhas, laboratórios, na rega de jardins, na limpeza em geral, entre outros. Foram fornecidas informações de procedimentos mais eficientes, minimizando-se os desperdícios, mas sem se perder em qualidade. Realizou-se também a análise microbiológica da água em alguns pontos. Em ambientes laboratoriais, verificou-se um elevado desperdício de água durante processos de destilação da água. Foram levantados, na Cidade Universitária, 240 destiladores (a maioria do tipo Pilsen), que representavam uma



- *Stage 5 - Dissemination, awareness campaigns and training:* this stage, targeting two different audiences – primary users (water maintenance staff) and end users (teachers, students, personnel, visitors) – included the distribution of folders, stickers, posters and equipment operating and maintenance manuals; reports published in newspapers and magazines; awareness-raising lectures and training actions; and provision of information on a web page, by email and telephone. Opinion polls were also conducted to assess the Programme, complete the definition of situations, and characterise the population and the evolution of their behaviour.

3.4 Post-implementation of PURA-USP

In order to ensure low levels of water consumption, achieved through the Programme, the permanent nature of habit characterisation and water-consumption activity streamlining actions was established; dissemination, awareness campaigns and training were undertaken, together with water demand management.

In this context, it can be observed that, in addition to developing its own projects, PURA-USP caters for all USP units (including those located inland in the State of São Paulo) for water demand issues. In this way, the PURA-USP Technical Team undertakes various field inspections and prepares the respective reports or technical opinions, the flow of information being institutionalised within the University.

4. Demand management

Demand management, whose aims are the efficient use of water and water saving, is not limited to monitoring the volume of water con-

sumed. It goes beyond this “management of consumption” and includes, besides data organisation and the study of charts, data evaluation, the definition of control parameters (monthly demand, per capita demand, leak profiles, etc.) and system feedback, both on leak elimination methods and the review of processes using water, acting before consumption takes place (TAMAKI, 2003).

After checking water connections (about 130) and the locations supplied by them, consumption data collection ensued. Permanent monitoring of water bills and periodic contact with units, the USP Finance Department and SABESP have been important in order to check high consumption or any errors.

For demand management at the University Campus, Tamaki (2003) proposes from simple tools, such as bills and in-loco readings, to more sophisticated tools, such as sectorial measurement – installation of more water meters (about 60), in addition to those used for billing, which allows for greater correspondence between consumption and the consuming unit, more precise leak tracking and charging for water consumed by other bodies – and remote reading (through digital fieldbus with M-BUS standard) – which allows for more reliable gathering, in real time, of more information, a quicker detection of anomalies and feeding leak profiles throughout the day.

The water demand management cycle ends with the definition of procedures and responsibilities, in the case of leaks, the establishment of checking routines on the conditions of building systems and the indication of renovation needs in water networks in a critical situation.



perda de quase 3.000 m³/mês (SILVA, 2004). Constatou-se, porém, uma variação de 10 a 200 litros de água de resfriamento perdida para cada litro de água destilada produzida, o que levou à realização de ensaios, pelo PURA-USP, para a determinação do ponto ótimo de operação dos destiladores. Tamaki et al. (2007) observaram a pequena influência da variação da vazão da água de entrada, e conseqüentemente da água de resfriamento perdida, na vazão da água destilada produzida. Portanto, a correta regulação da água de entrada contribui para a minimização das perdas, assim como reaproveitamento da água de resfriamento. Mas, como solução definitiva, mostra-se a substituição da destilação por tecnologias como troca iônica, osmose reversa e ultrafiltração cuja perda de água é mínima (quando não nula).

• *Etapa 5 – Divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos:* esta etapa, voltada para dois públicos distintos – os usuários primários (pessoal de manutenção hidráulica) e os usuários finais (docentes, alunos, funcionários, visitantes) – incluiu distribuição de *folders*, adesivos, cartazes e manuais de operação e manutenção dos equipamentos; publicação de reportagens em jornais e revistas; realização de palestras de conscientização e treinamentos; disponibilização de informações através de página na *internet*, por *e-mail* e telefone. Foram realizadas, também, pesquisas de opinião que permitiram avaliar o Programa, complementar a definição da situação, caracterizar a população e a evolução de seu comportamento.

3.4 Pós-implantação do PURA-USP

Para garantir os patamares reduzidos do consumo de água, alcançados através do Programa, estabeleceu-se o caráter permanente de ações relativas à caracterização dos hábitos e racionalização das atividades

que consomem água; divulgação, campanhas de conscientização e treinamentos; e gestão da demanda de água.

Neste contexto, observa-se que além de desenvolver projetos próprios, o PURA-USP atende a todas as unidades da USP (inclusive as localizadas no interior de São Paulo) em questões relativas à demanda de água. Desta forma, a Equipe Técnica do PURA-USP realiza diversas vistorias em campo e elabora os respectivos relatórios ou pareceres técnicos, estando o fluxo das informações institucionalizado dentro da Universidade.

4. Gestão da demanda

A gestão da demanda, cujos objetivos são o uso eficiente e a economia da água, não se restringe ao acompanhamento do volume de água consumido. Ela extrapola o sentido desta “gestão do consumo” e inclui, além da organização dos dados e levantamento de gráficos, a avaliação dos dados, a determinação de parâmetros de controle (demandas mensais, demandas *per capita*, perfis de vazão, etc.) e a retroalimentação do sistema, tanto na forma da eliminação de um vazamento, como na revisão de um processo que utilize água, atuando antes mesmo da efetivação do consumo (TAMAKI, 2003).

Após a verificação das ligações de água (cerca de 130) e dos locais por elas abastecidos, deu-se prosseguimento à coleta dos dados de consumo. O acompanhamento permanente das contas de água e os contatos periódicos com unidades, Departamento de Finanças da USP e SABESP, a fim de verificar consumos elevados ou possíveis erros, tem sido importante.

Para a gestão da demanda, na Cidade Universitária, Tamaki (2003) apresenta desde instrumentos simples, como as contas e as leituras *in*

5. Results of PURA-USP

Fourteen years after the implementation of PURA-USP began at the University Campus, other results were obtained beyond a reduction in water consumption (which is a major impact of the Programme) which were not initially part of the Programme's aims but naturally arose from it (SILVA, 2004):

- *Changes to cold water and sanitary equipment supply systems:* updated register of networks and reservoirs, water meter surveys, renovation and modernisation of cold water supply systems and sanitary equipment.
- *Changes to building maintenance practices:* uniformisation of equipment models, team empowerment, potential decrease in call-outs, reduction in material losses and quicker leak detection and elimination (because of a closer contact between maintenance teams and PURA-USP, offering control parameters and assistance in detection and elimination). Between August 2001 and May 2007, 238 leaks were recorded at the University Campus, 32% of which occurred in the building feeder line and 61% were eliminated within one week (SILVA et al, 2007). The characteristics of the leaks recorded show the importance of better training for maintenance personnel. Leaks caused by poor construction of systems or poor repairs are numerous. To minimise pipe breakage, SABESP has installed pressure relief valves (PRVs).
- *Changes to administrative practices:* more adequate solutions in demand management issues (thanks to closer contact between administrative assistants and PURA-USP) and acquisitions/procurement more mindful of technical specifications, standards and Sector Quality Programmes (PSQs) – under the Brazilian Housing Quality and Productivity Programme (PBQP-H) – in which manufacturers/service providers must participate.
- *Changes to design parameters:* specification of water-saving equipment for renovation, expansion and new buildings and, in future, the review of sizing parameters and methods, according to lesser water volumes required by systems. Silva et al (2007) emphasise that it is not sufficient to detect and eliminate leaks quickly, and an effort must be made to minimise their occurrence prior to operation. In this way, feedback has been provided to the design and execution of building systems on problems observed during operation and maintenance.
- *Technological development of equipment:* according to partnerships established with sanitary equipment manufacturers regarding recurrent problems with equipment, contacts made with manufacturers led to changes in some equipment designs, and the installation in restricted and controlled use locations of innovative equipment for testing, such as dual flush toilets (3 and 6 lpf), fixed-cycle flushing valve (6 lpf) and waterless urinal.
- *Awareness-raising for water conservation – Introduction of alternative water sources:* the implementation of PURA-USP brought to light a number of discussions on alternative water sources in the campus, and it was observed that a good number of the initiatives in place were promoted by the users themselves. Examples include the drilling of two wells by the Geoscience Institute, mainly for research purposes, the use of rainwater for the Olympic swimming pool, for sports practice, and its re-use for garden and football pitch irrigation, on the initiative of the Administration of the capital's campus; and the re-use of distiller cooling water by some labs. Specifically with regard to wide use of other wells drilled in the campus, this would require not only the assessment of the quality of water and of leaks, but also the definition of responsibilities and an operation and maintenance man-

agement plan. The introduction of these alternative sources should be encouraged, as long as human health and the development of activities are not impaired and environmental imbalances are not created.

- *Behavioural changes in users:* good response by users to new equipment and actual change of habits in their activities, as shown by the introduction of a water recirculation system in labs, leak notices, search for information on the Programme and how to cooperate. To ensure continuity to the desired behavioural changes, it is important that users are kept informed of results and that campaigns are permanent and focused, not on a temporary water shortage (as a result of a drought, for instance), but on the worsening of water resource availability.

A major impact of PURA-USP is the impressive reduction in water demand, between 1998 and 2011, which endorses the importance of the Programme's permanent character. In terms of monthly demand at the University Campus, the reduction was 43%, down from 137,881 to 78,821 m³/month, despite the 11% and 12% increase in population and built area respectively. The total volume of water saved was 8.0 million m³, which would enable 400,000 houses to be supplied for a month.

In terms of per capita demand at the University Campus, the reduction was 48%, down from 111 to 57 litres/person/day.

When assessing the per capita demand in each unit, a wide variation in values can be observed, reflecting the diversity of water usages at USP. Looking, for example, at the values recorded in 2011, these have ranged from 7 to 1,338 litres/person/day. However, Units could be grouped together according to their usage types, recorded for 2011, as follows:

- *Human Usage (H)* – up to 40 litres/person/day (in kitchens, toilets and for cleaning)
- *Mixed Usage (M)* – between 41 and 90 litres/person/day (human and lab use)
- *Lab Usage (L)* – between 91 and 200 litres/person/day (intensive use in equipment and processes); and
- *Other Usages (O)* – over 200 litres/person/day (intensive use in facilities, hospital, halls of residence, creches, restaurants and sports club).

In some Units, however, the permanent population (students, teachers and personnel) are not major users of water and, consequently, their water demand is low. These cases point to the need for adopting other consumers, such as beds (at the University Hospital), students (at the Application School), residents (at the Halls of Residence) and visitors (at the Museums).

In terms of further impacts of PURA-USP, in the financial segment, there is a significant difference between the R\$45.8 million, which would have been spent on water and sewerage services in 2011, and the R\$16.7 million actually spent. The total accumulated economic gain over these last fourteen years amounted to R\$373 million.

6. Programme for the rational use of water at USP museums

Amongst the various usages of water at the University Campus, are the usages in the Museums:

- *Museum of Contemporary Art (MAC)* – created in 1963, it includes a collection of 10,000 works, covering paintings, drawings, prints, photographs, sculptures, artefacts and works of conceptual and contemporary art, and also hosts exhibitions of works on loan, in addition to courses, lectures and workshop activities for audiences from USP and outside (MAC, 2012);
- *Museum of Archaeology and Ethnology (MAE)* – created in 1989, it contains more than 100,000 specimens, including archaeological and

loco, até instrumentos mais sofisticados, como a medição setorizada – instalação de mais hidrômetros (cerca de 60), além dos utilizados para tarifação, o que permite maior correspondência entre o consumo e a unidade consumidora, localização mais precisa de vazamentos e cobrança da água consumida por outras entidades – e a leitura remota (através de barramento de campo digital com padrão *M-BUS*) – que permite a aquisição mais confiável, em tempo real, de um maior número de informações, detecção mais rápida de anomalias e fornecimento de perfis de vazões ao longo do dia.

Fechando o ciclo da gestão da demanda de água, incluem-se a definição de procedimentos e responsabilidades, no caso de ocorrência de vazamentos, o estabelecimento de rotinas de verificação das condições dos sistemas prediais e a indicação da necessidade de reformas em redes hidráulicas que apresentem situação crítica.

5. Resultados do PURA-USP

Transcorridos quatorze anos do início da implementação do PURA-USP na Cidade Universitária, além da redução do consumo de água – que se constitui no grande impacto do Programa – foram obtidos outros resultados que inicialmente não estavam entre os objetivos do Programa, mas que decorreram naturalmente dele (SILVA, 2004):

- *Alterações nos sistemas de suprimento de água fria e de equipamento sanitário*: cadastro atualizado de redes e reservatórios, levantamento de hidrômetros, restauração e adequação de sistemas de suprimento de água fria e restauração e modernização de equipamentos sanitários.
- *Alterações em rotinas de manutenção predial*: uniformização dos modelos dos equipamentos, capacitação de equipes, potencial redução de chamados, redução de perdas de material, e maior rapidez na detecção e eliminação de vazamentos (em virtude do contato mais próximo entre equipes de manutenção e o PURA-USP, que fornece parâmetros de controle e auxilia na detecção e eliminação). De agosto de 2001 a maio de 2007 foram registrados 238 vazamentos, na Cidade Universitária, dos quais 32% ocorreram no alimentador predial e 61% foram eliminados em até uma semana (SILVA et al., 2007). As características dos vazamentos registrados denotam a importância da melhor capacitação do pessoal de manutenção. São inúmeros os vazamentos ocasionados por má execução dos sistemas ou por reparos mal executados. Para minimizar o rompimento das tubulações, a SABESP tem instalado válvulas redutoras de pressão (VRPs).
- *Alterações em rotinas administrativas*: soluções mais adequadas em questões relativas à demanda de água (em virtude do contato mais próximo entre os assistentes administrativos e o PURA-USP) e aquisições/contratações atentas às especificações técnicas, às normas e aos Programas Setoriais da Qualidade (PSQs) – do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) – que as empresas fabricantes/prestadoras devem participar.
- *Alterações em parâmetros de projeto*: especificação de equipamentos economizadores para reformas, ampliações e novas edificações e, futuramente, revisão de parâmetros e métodos de dimensionamento, em função dos menores volumes de água requeridos pelos sistemas. Silva et al. (2007) alertam que não basta detectar e eliminar com rapidez os vazamentos, deve-se trabalhar para a minimização de sua ocorrência desde as fases anteriores à operação. Desta forma, tem-se realizado a retroalimentação de projetos e execuções de sistemas prediais, a partir de problemas verificados durante a operação e manutenção.
- *Desenvolvimento tecnológico dos equipamentos*: em função de parceria

com os fabricantes de equipamentos sanitários, na ocorrência sistêmica de um problema com um equipamento, contatos foram realizados com os fabricantes, o que levou à alteração de alguns projetos de equipamentos, instalação em locais de uso restrito e controlado de equipamentos inovadores, para testes, tais como bacias sanitárias com caixas de descarga com dupla possibilidade de acionamento (3 e 6 Lpf), válvula de descarga de ciclo fixo (6 Lpf) e mictório sem água.

- *Despertar para a conservação da água – Introdução de fontes alternativas de água*: a implantação do PURA-USP trouxe à tona algumas discussões sobre fontes alternativas de água no *campus*, verificando-se que boa parte das iniciativas registradas são de iniciativa dos próprios usuários. Como exemplo, pode-se citar a perfuração de dois poços pelo Instituto de Geociências, principalmente com fins de pesquisa; o aproveitamento de águas pluviais na raia olímpica, para a prática de esportes, e seu reúso, para a irrigação jardins e campos de futebol, por iniciativa da Prefeitura do Campus da Capital; e o reúso da água de resfriamento dos destiladores por alguns laboratórios. Com relação especificamente à larga utilização de outros poços perfurados no *campus*, ela demandaria não só a avaliação da qualidade da água e das vazões como também a definição de responsabilidades e de um plano de gestão da operação e manutenção. A introdução destas fontes alternativas deve ser estimulada, mas desde que não se comprometa a saúde das populações, o desenvolvimento das atividades e tampouco acarrete em desequilíbrios ambientais.
- *Mudanças comportamentais dos usuários*: boa receptividade dos usuários aos novos equipamentos e real mudança de hábito no desenvolvimento de suas atividades exemplificada pela introdução de sistema de recirculação de água em laboratórios, avisos de vazamentos, busca de informações sobre o Programa e sobre como colaborar. Para a garantia da continuidade das mudanças comportamentais desejadas, ressalta-se a importância de manter os usuários informados dos resultados e de que as campanhas sejam permanentes e focadas não numa falta momentânea da água (por motivo de estiagem, por exemplo), mas sim no agravamento do quadro de disponibilidade hídrica.

Como grande impacto do PURA-USP, registra-se a expressiva redução na demanda de água, de 1998 a 2011 o que permite ratificar a importância do caráter permanente do Programa. Em termos de demanda mensal da Cidade Universitária, a redução foi de 43%, variando de 137.881 para 78.821 m³/mês, apesar do aumento de 11% na população e de 12% na área construída. O volume total de água economizada foi de 8,0 milhões m³, o que permitiria abastecer 400 mil residências durante um mês.

Em termos de demanda *per capita* da Cidade Universitária, a redução foi de 48%, variando de 111 para 57 L/pessoa/dia.

Avaliando-se as demandas *per capita* de cada uma das Unidades, verifica-se que há uma grande variação de valores, o que reflete a diversidade de usos da água na USP. Considerando-se, por exemplo, valores registrados em 2011, estes variaram de 7 a 1.338 L/pessoa/dia. Observa-se, porém, a possibilidade de agrupamento das Unidades conforme sua tipologia de uso: registradas em 2011, de

- *Uso Humano* (H) – até 40 L/pessoa/dia (em copas, sanitários e na limpeza);
- *Uso Misto* (M) – entre 41 e 90 L/pessoa/dia (uso humano e laboratorial);
- *Uso Laboratorial* (L) – entre 91 e 200 L/pessoa/dia (uso intensivo em equipamentos e processos); e
- *Outros Usos* (O) – acima de 200 L/pessoa/dia (uso intensivo em facilidades, hospital, conjunto residencial, creches, restaurantes e clube esportivo).

Em algumas Unidades, porém, a população fixa (estudantes,

ethnographic objects from different continents, from Palaeolithic Europe to recent artefact production by the indigenous peoples of Brazil (MAE, 2012) and, like MAC, MAE organises courses and educational activities for different audiences.

In 1999, under the implementation of PURA-USP, the *General Diagnosis* of the Museums was carried out, as shown in Table 02.

In 2001, the other phases of PURA-USP were implemented at MAC and MAE, including *Leak research in networks and reservoirs*, which only located leaks at MAE (one in the sunken network and two in a reservoir were eliminated) and the *Replacement of sanitary equipment with water-saving models*, including (SABESP, 1999/2002):

- Automatic taps for washbasins – 19 at MAC and 31 at MAE;
- Lever taps for sinks – 5 at MAC and 3 at MAE;
- Automatic valve for urinals – 8 at MAC and 12 at MAE;
- Close coupled flush toilet VDR 6 L – 12 at MAC, in addition to the regulation of 10 flushing valves at MAE.

As for the total water demand, both at MAC and MAE, decreases in consumption levels occurred at two stages:

- *First (after physical action), considering 2000 and 2001*: of 18% at MAC (down from 284 to 234 m³/month) and 19% at MAE (down from 269 to 219 m³/month);
- *Second (as a result of demand management activities), considering 2001 and the average of the following years*: of more than 46% at MAC (down from 234 to 126 m³/month) and more than 15% at MAE (down from 219 to 187 m³/month).

Lastly, within demand management which accounted for a further reduction in demand levels, the importance of making the right choice in terms of the control parameters to be applied should be stressed once again, with the adoption, for some usage types, when calculating per capita demand, of consumers other than the permanent population (students, teachers, researchers and personnel).

An example is the per capita demand at MAC and MAE, recorded for 2011, with very similar values for visitors and very different values for the fixed population:

- *Visitor demand (in litres/visitor/day)* – 115 at MAC and 108 at MAE;
- *Fixed population demand – personnel, teachers and researchers (in litres/visitor/day)* – 92 at MAC and 38 at MAE.

7. Assessment of water use at USP

In order to assess the suitability and comprehensiveness of the actions implemented under PURA-USP at the University Campus, Silva (2004) undertook a benchmarking exercise with the guidelines of the Environmental Protection Agency which associate the principle of progressive improvement in the rational use of water and water conservation with the size of the systems. According to the principle associating a system serving between 10,000 and 100,000 people with the need for intermediate guidelines (USEPA, 1998) and considering the population in the University Campus, this would be the level most suited to the actions under PURA-USP. The Programme implements actions at all levels, with an emphasis on the basic level, but comprising initiatives even at the advanced level.

For the assessment of water use at the USP, a parallel was drawn between the indicators initially cited in the work and the actions that have been undertaken on the University Campus, and it was concluded that the following were covered:

- Definition and control of water consumption targets.

Table 02: General and cold water and sanitary equipment supply system characteristics at MAC and MAE, in 2000.

Museum	MAC	MAE
Main Building		
Permanent population (people)	101	76
Temporary population (visitors)*	22,980	17,724
Built area (m ²)	4,734	3,339
Buildings (units)	2	4
Usage points (units)	54	138
Reservoirs (units)	6 (1 of 60,000 L and 5 of 500 L, totalling 62,500 L)	15 (12 of 1,000 L and 3 of 500 L, totalling 13,500 L)
External network extension** (m)	199	373
Water demand at Main Building (m ³ /month)	284	269
Environments using water at Main Building	10 toilets (3 for public use), 2 kitchens, 1 cafeteria and some labs	18 toilets (4 for public use), 1 kitchen, 1 canteen and some labs

* 2011 data

** including fire system. Source: Silva (2004) & SABESP (1999/2002)

- Adoption of a consumption measurement and monitoring system.
- Adoption of sectorial measurement (including as a guideline for new projects).
- Water leak detection and control.
- Pressure limitation.
- Adoption of water-saving equipment (including as a guideline for new projects).
- Training and awareness-raising of maintenance teams.
- Awareness-raising of users in water saving.
- Use of alternative water sources for irrigation.

Considering USP units outside the campus, the following were also observed:

- Rainwater management (infiltration, retention)
- Rainwater use.
- Re-use (in lab systems).

An important indicator, not considered at USP, is the economic incentive to reduce water consumption. Currently, payment of water and sewerage service bills is centralised by the Dean's Office.

However, there is a need to measure values or assign concepts to indicators so as to assess how sustainable water use is at USP. For this, a university campus specific assessment tool that took into account the diversity of usages of the buildings would be required.

From another point of view, considering PURA-USP results, it can be concluded that the Programme has fostered the sustainable use of water in the following dimensions:

- *Environmental*: decrease in water consumption and, consequently, in sewerage produced.
- *Economic*: decrease in water and sewerage service costs and conse-

professores e funcionários) possui baixa correlação com os usos da água e, consequentemente, com a demanda. Estes casos ressaltam a necessidade de adoção de outros agentes consumidores tais como leitos (no Hospital Universitário), estudantes (na Escola de Aplicação), moradores (no Conjunto Residencial) e visitantes (nos Museus).

Retomando os impactos do PURA-USP, quanto ao impacto financeiro, é expressiva a diferença entre os R\$ 45,8 milhões, que teriam sido gastos com serviços de água e esgoto, em 2011, e os R\$ 16,7 milhões que foram efetivamente pagos. O benefício econômico total acumulado, nestes quatorze anos, foi de R\$ 373 milhões.

6. Programa de uso racional da água em museus da USP

Entre os diversos usos da água realizados na Cidade Universitária tem-se o uso em Museus:

- *Museu de Arte Contemporânea (MAC)* – criado em 1963, possui um acervo de 10 mil obras entre pinturas, desenhos, gravuras, fotografias, esculturas, objetos e obras de arte conceitual e arte contemporânea, realizando também exposições de obras que não pertencem ao seu acervo, além de cursos, palestras e atividades de ateliês para pública interno e externo à USP (MAC, 2012);
- *Museu de Arqueologia e Etnologia (MAE)* – criado em 1989, possui mais de 100.000 espécimes, incluindo objetos arqueológicos e etnográficos, de diferentes continentes, da Europa Paleolítica até a produção recente de artefatos dos povos indígenas do Brasil (MAE, 2012) e, assim como o MAC, o MAE desenvolve cursos e ações educativas para diferentes públicos.

No escopo da implantação do PURA-USP, em 1999, foi realizado o *Diagnóstico geral* dos Museus, conforme a Tabela 02.

Em 2001, foram realizadas as demais etapas de implantação do PURA-USP no MAC e MAE, incluindo a *Pesquisa de vazamentos em redes e reservatórios* – durante a qual foram localizados vazamentos apenas no MAE (foram eliminados um em rede enterrada e dois em reservatório) – e a *Substituição de equipamentos sanitários por modelos economizadores* – entre os quais (SABESP, 1999/2002):

- Torneiras de fechamento automático para lavatórios – 19 no MAC e 31 no MAE;
- Torneiras de alavanca para pias – 5 no MAC e 3 no MAE;
- Válvula de fechamento automático para mictório – 8 no MAC e 12 no MAE;
- Bacia sanitária com caixa acoplada VDR 6 L – 12 no MAC, além da regulagem de 10 válvulas de descarga no MAE.

Quanto à demanda total de água, tanto no MAC como no MAE, pôde-se observar dois movimentos de redução de patamar:

- *Um primeiro (após as intervenções físicas), considerando 2000 e 2001* – de 18% no MAC (de 284 para 234 m³/mês) e de 19% no MAE (de 269 para 219 m³/mês);
- *Um segundo (resultado das ações de gestão da demanda), considerando 2001 e a média dos anos que se seguiram:* de mais 46% no MAC (de 234 para 126 m³/mês) e de mais 15% no MAE (de 219 para 187 m³/mês).

Por fim, no escopo da gestão de demanda, responsável pela redução ainda maior dos patamares de demanda, novamente ressalta-se a importância da escolha correta dos parâmetros de controle a serem empregados, adotando-se, em algumas tipologias de uso, outros agentes consumidores no cálculo da demanda *per capita* que não só a população fixa (alunos, docentes, pesquisadores e funcionários).

Como exemplo, pode-se citar as demandas *per capita*s do MAC e MAE,

Museu	MAC	MAE
Edifício Principal		
População fixa (pessoas)	101	76
População flutuante (visitantes)*	22.980	17.724
Área edificada (m²)	4.734	3.339
Edificações (unidades)	2	4
Pontos de utilização (unidades)	54	138
Reservatórios (unidades)	6 (1 de 60.000 L e 5 de 500 L, totalizando 62.500 L)	15 (12 de 1.000 L e 3 de 500 L, totalizando 13.500 L)
Extensão de rede externa** (m)	199	373
Demanda de água no Edifício Principal (m³/mês)	284	269
Ambientes que utilizam água no Edifício Principal	10 sanitários (sendo 3 públicos), 2 copas, 1 cozinha, 1 cafeteria e alguns laboratórios	18 sanitários (sendo 4 públicos), 1 copa, 1 refeitório e alguns laboratórios
* dados de 2011		
** inclui rede de incêndio. Fonte: Silva (2004) & SABESP (1999/2002)		

registradas em 2011, cujos valores em termos de visitantes são muito semelhantes e em termos de população fixa são muito diferentes:

- *Demanda em termos de visitantes (em L/visitante/dia)* – 115 no MAC e 108 no MAE;
- *Demanda em termos de população fixa – funcionários, docentes e pesquisadores (em L/pessoa/dia):* 92 no MAC e 38 no MAE.

7. Avaliação do uso da água na USP

Para a avaliação da adequação e abrangência das ações implementadas pelo PURA-USP, na Cidade Universitária, Silva (2004) fez um exercício comparativo com as diretrizes da *Environmental Protection Agency*, que associam ao porte dos sistemas um critério de progressividade das ações de uso racional da água e conservação da água. Retomando o critério que associa a um sistema que apresente de 10.000 a 100.000 pessoas a necessidade de diretrizes intermediárias (USEPA, 1998) e considerando a população da Cidade Universitária, este seria o nível indicado para as ações do PURA-USP. Verifica-se que o Programa desempenha ações em todos os níveis: com ênfase no básico, mas com iniciativas até mesmo no avançado.

Para a avaliação do uso da água na USP, fez-se um paralelo entre os indicadores citados inicialmente no trabalho e as ações que têm sido desenvolvidas na Cidade Universitária, concluindo-se que estão contemplados:

- Definição e controle de metas de consumo de água.
- Adoção de sistema de medição e monitoramento do consumo.
- Adoção de medição setorizada (inclusive como diretriz para novos projetos).
- Detecção e controle de perdas de água.



quent use of saved resources in teaching, research and outreach activities which make up the aims of the University.

- *Cultural*: changes in the way of thinking the project, the operation and maintenance of the buildings and, above all, the way in which water is used.

8. Final considerations

The search for sustainability in its various dimensions is crucial to the survival of our generation and future generations and is a duty, not only of industries, the agricultural and livestock sectors or the government, but a duty of society as a whole. In this context, schools and universities cannot evade their responsibilities, which do not only consist of teaching, researching and transferring to society the idea of sustainability, but mainly of practising sustainability.

Bibliographical references

CIB, "CIB Agenda 21 on Sustainable Construction (CIB Publication 237)," ed. São Paulo, 2000, p. 131.

O. M. Gonçalves, "Estágio atual dos estudos de Conservação de Água," presented at the II Encontro Sobre Conservação de Água nos Edifícios, São Paulo, Escola Politécnica, 2003.

A. Kalbusch, "Critérios de Avaliação de Sustentabilidade Ambiental dos Sistemas Prediais Hidráulicos e Sanitários em Edifícios de Escritórios," MSc, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

G. S. Silva et al., "Eliminação de vazamentos em redes externas no contexto de programas de uso racional da água - Estudo de caso," in *X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais*, São Paulo, 2007.

G. S. Silva, "Programas Permanentes de Uso Racional da Água em Campi Universitários: O Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo," MSc, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

V. G. Silva, "Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para o desenvolvimento no Brasil," *Revista Ambiente Construído*, vol. 7, pp. 47-66, Jan/Mar 2007.

H. O. Tamaki, "A Medição Setorizada como Instrumento de Gestão da Demanda de Água em Sistemas Prediais - Estudo de Caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo," MSc, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

H. O. Tamaki et. al., "Minimização de desperdícios de água em processos de purificação de água - Estudo de caso: Universidade de São Paulo," in *X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais*, São Paulo, 2007.

USEPA. (1998). *Water Conservation Plan Guidelines*. Available: <http://www.epa.gov/owm/wecongid.htm>

J. M. Vilhena and P. R. P. Andery, "Diretrizes para a sustentabilidade das edificações," in *XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*, Florianópolis, 2006, pp. 3894-3904.

SABESP - Companhia De Saneamento Básico Do Estado De São Paulo, "Projeto-Implantação do Programa do Uso Racional da Água na USP," São Paulo 1999/2002.

MAC - Museu De Arte Contemporânea. (23 May 2012). Available: <http://www.mac.usp.br/mac/conteudo/institucional/institucional.asp>

MAE - Museu De Arqueologia e Etnologia. (23 May 2012). Available: <http://www.mae.usp.br/acervo>

USP - Universidade de São Paulo, Anuário Estatístico USP. São Paulo: USP, 1999/2012.



- . Limitação de pressões.
 - . Adoção de equipamentos economizadores (inclusive como diretriz para novos projetos).
 - . Treinamento e conscientização das equipes de manutenção.
 - . Conscientização do usuário para não desperdiçar água.
 - . Utilização de fontes de água alternativas para irrigação.
- Considerando unidades da USP externas ao *campus*, observa-se ainda:
- . Gestão das águas pluviais (infiltração, retenção).
 - . Aproveitamento de águas pluviais.
 - . Reúso (em sistemas laboratoriais).

Um indicador importante, que não é contemplado na USP, é o incentivo econômico para a redução do consumo de água. Atualmente o pagamento das contas relativas aos serviços de água e esgoto é realizado de modo centralizado pela Reitoria da Universidade.

Há necessidade, porém, de mensurar valores ou atribuir conceitos para os indicadores de modo a avaliar o quão sustentável é o uso da água na USP. Para isto, necessitaria-se de uma ferramenta de avaliação própria de *campi* universitários que considerasse a diversidade de usos das edificações.

Numa outra abordagem, considerando os resultados do PURA-USP, conclui-se que ele tem promovido o uso sustentável da água em suas dimensões:

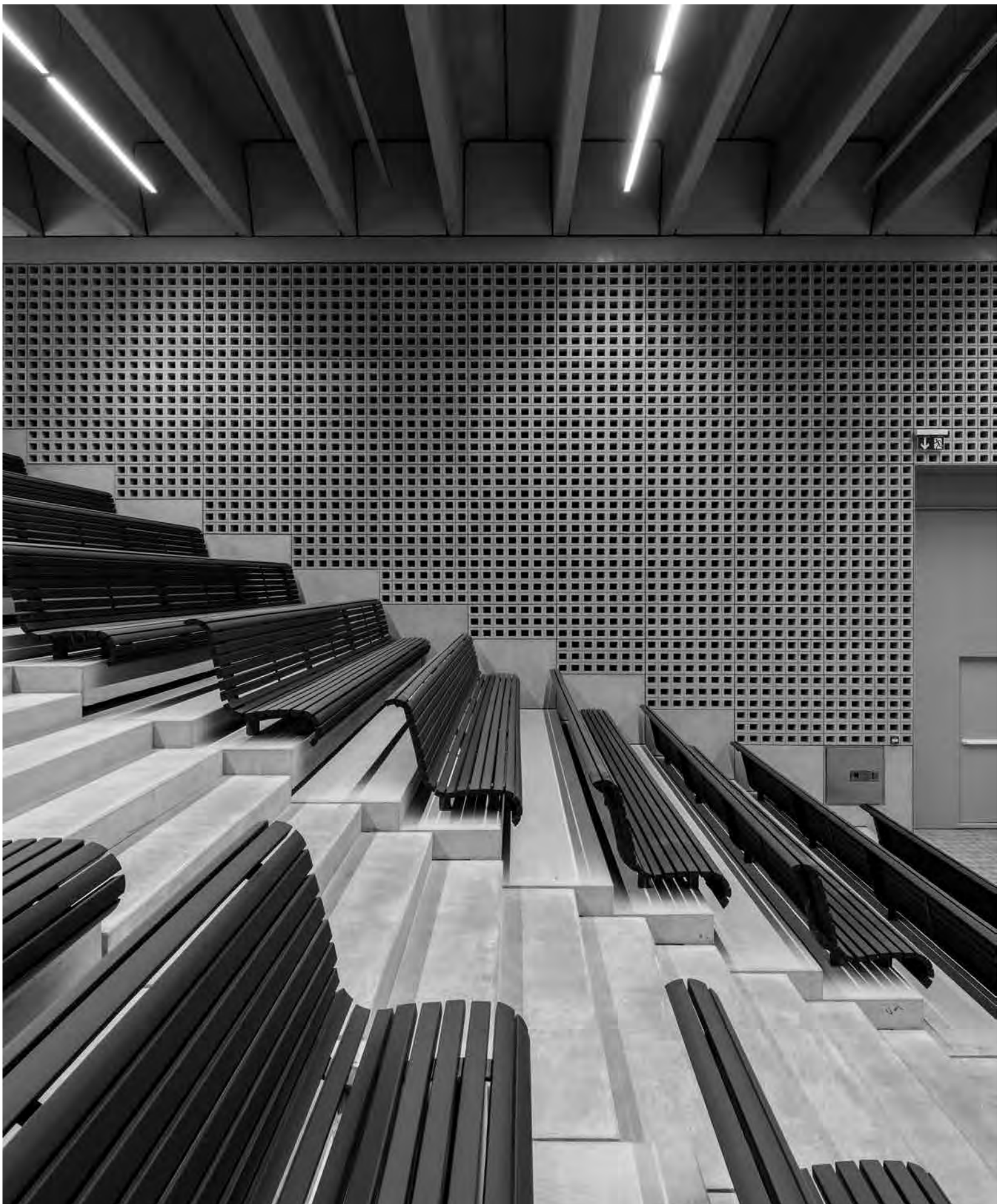
- . *Ambiental*: redução do consumo de água e, conseqüentemente, do esgoto gerado.
- . *Econômico*: redução nos gastos com serviços de água e esgoto e, conseqüente emprego dos valores economizadores em ensino, pesquisa e extensão – atividades-fim da Universidade.
- . *Social*: disponibilização da água para outros consumidores da RMSP.

- . *Cultural*: alterações no modo de pensar o projeto, a operação e a manutenção das edificações e, principalmente, o modo de fazer o uso da água.

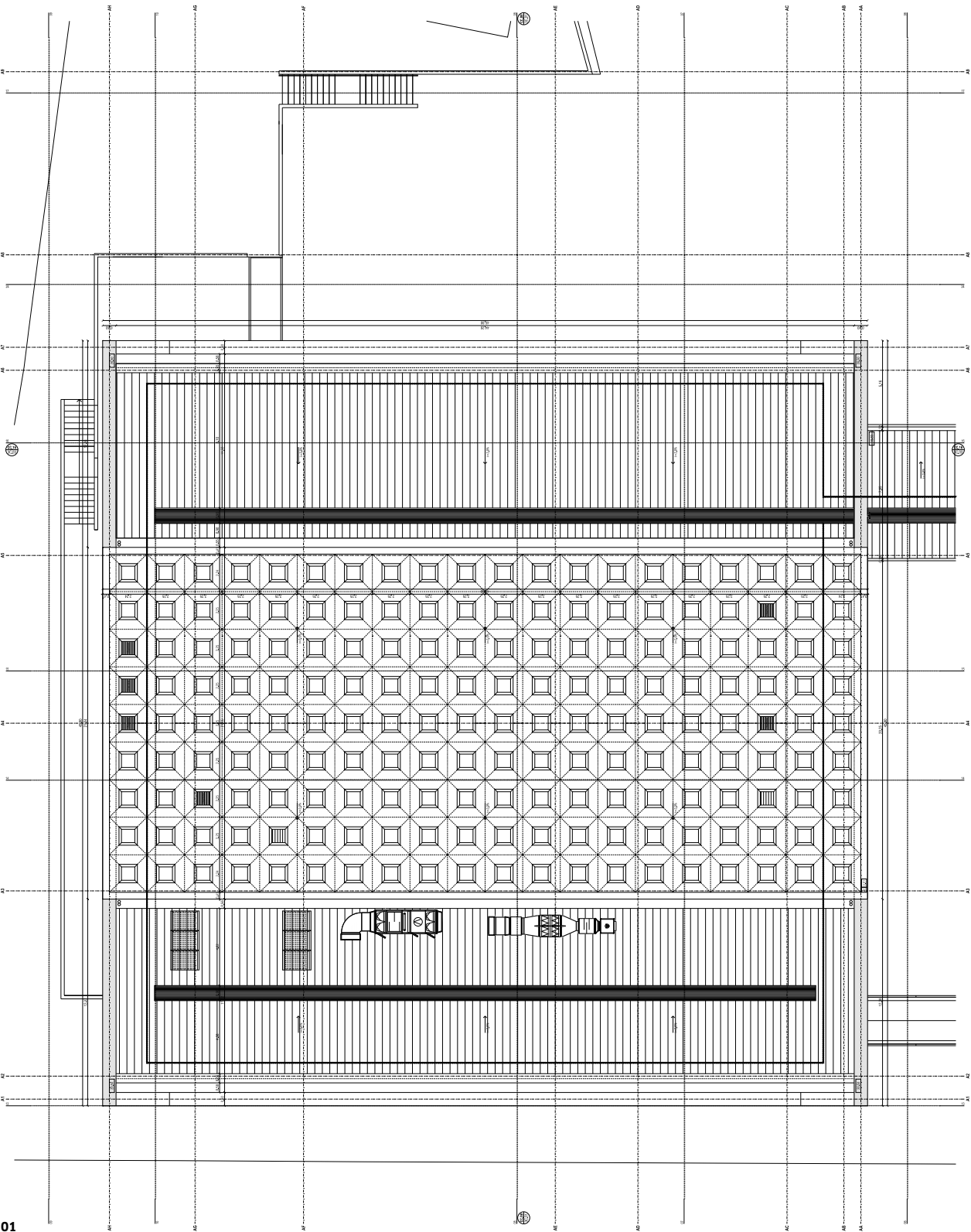
8. Considerações finais

A busca pela sustentabilidade em suas diversas dimensões é uma questão de sobrevivência da nossa geração e das gerações futuras e constitui-se num dever não só das indústrias, do setor agropecuário ou do governo, mas num dever de toda a sociedade. Neste contexto, as escolas e as universidades não podem se furtar de suas responsabilidades, o que inclui não só ensinar, pesquisar e transferir para a sociedade conceitos de sustentabilidade, mas, principalmente, praticar a sustentabilidade.

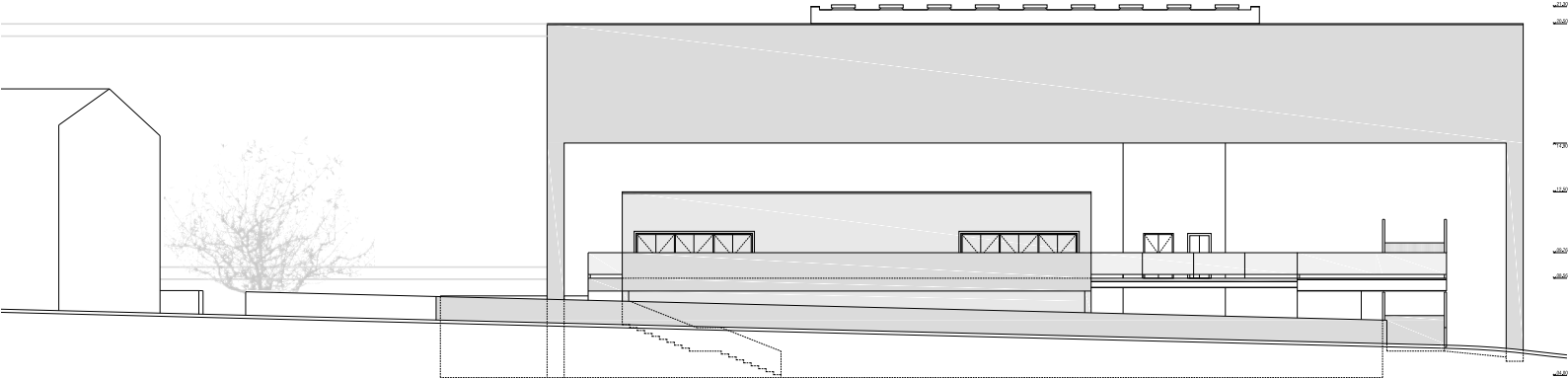


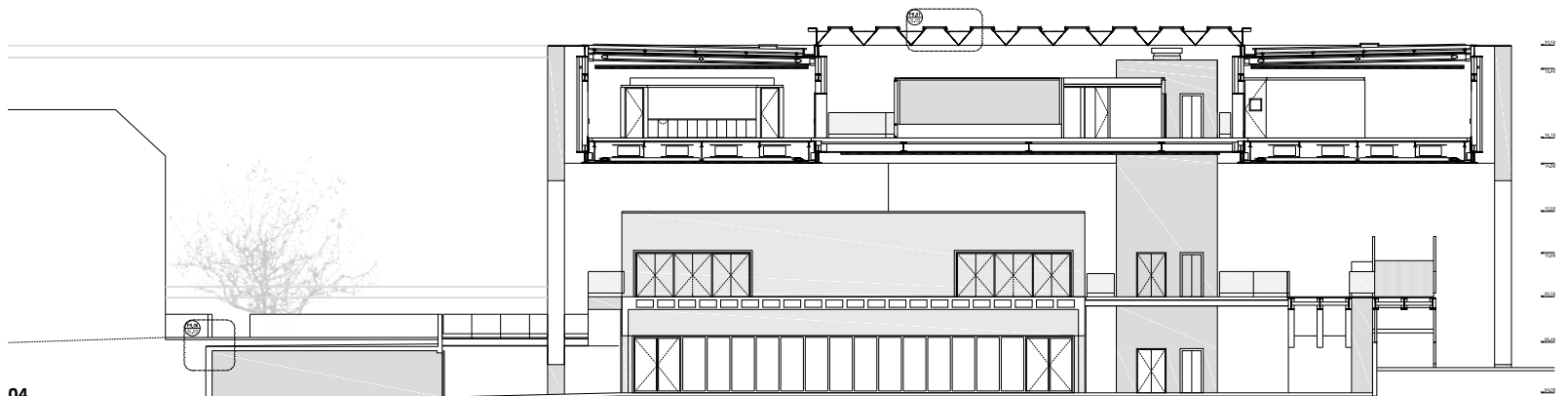
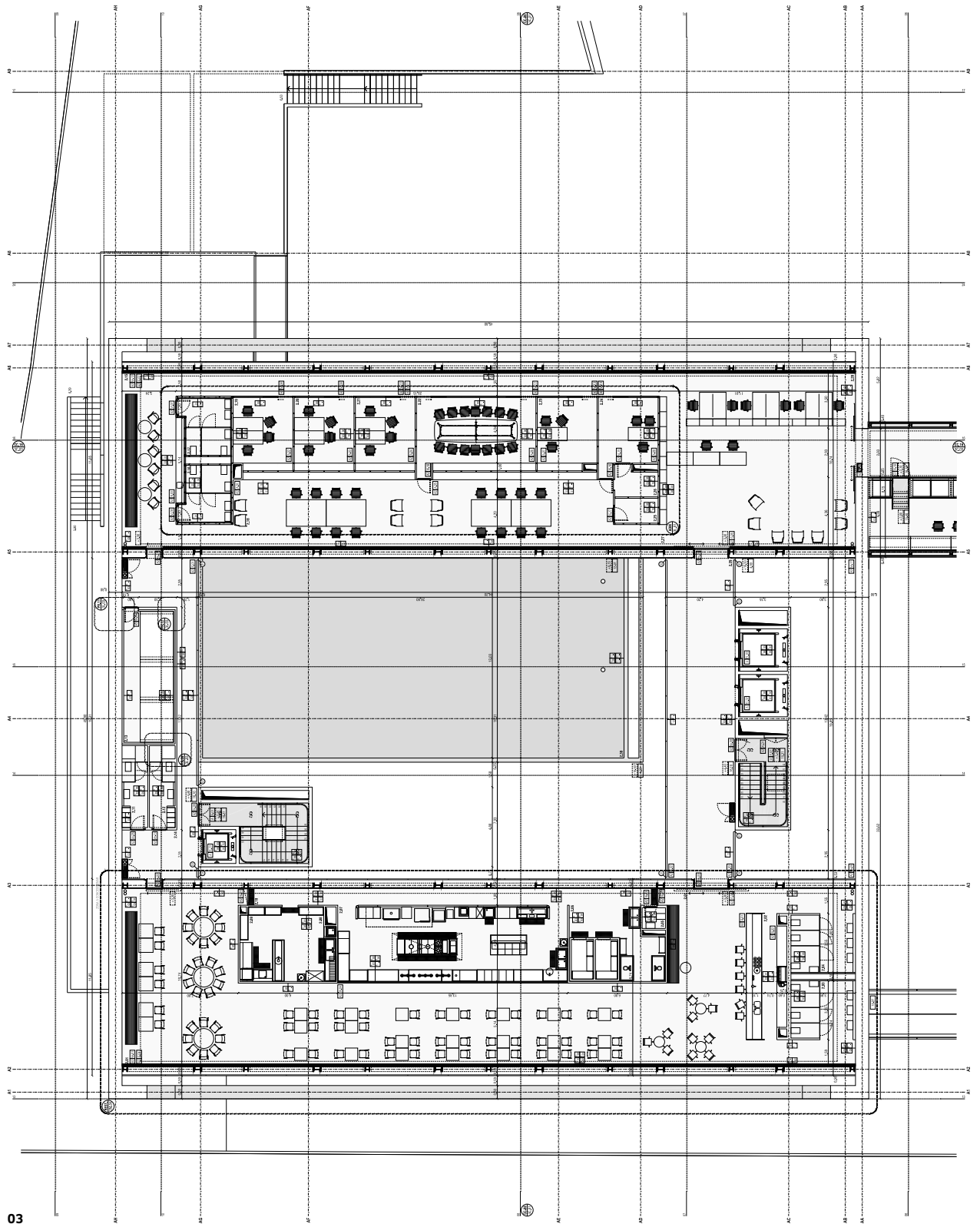
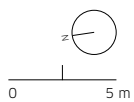


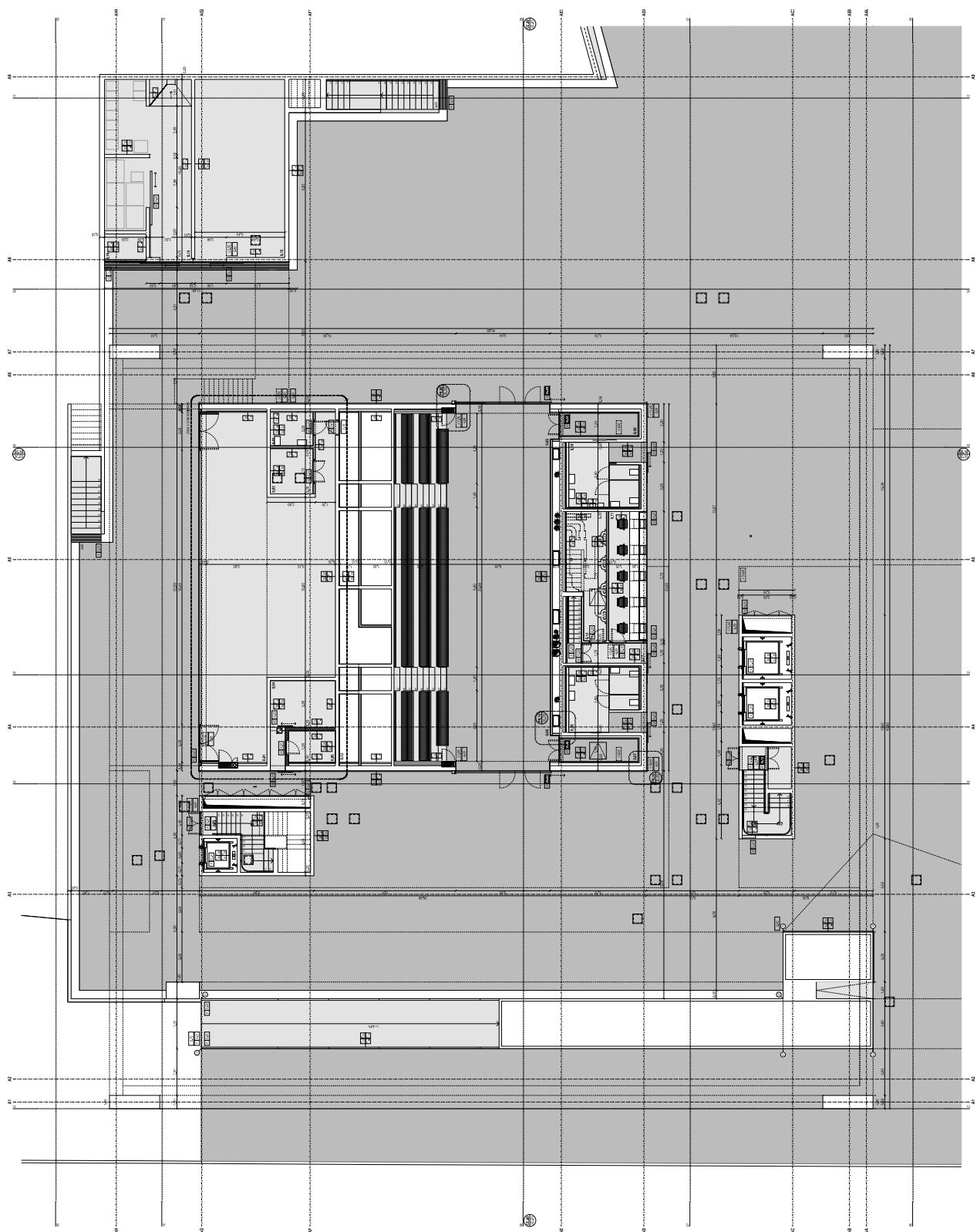
Desenhos gerais do edifício anexo
General arrangement drawings annex building



- 01 Planta cobertura
Roof plan
- 02 Alçado norte
North elevation
- 03 Planta piso 1 - área admi-
nistrativa, restaurante
Level 1 - administration,
restaurant
- 04 Corte transversal para
o auditório
Cross section to the
auditorium

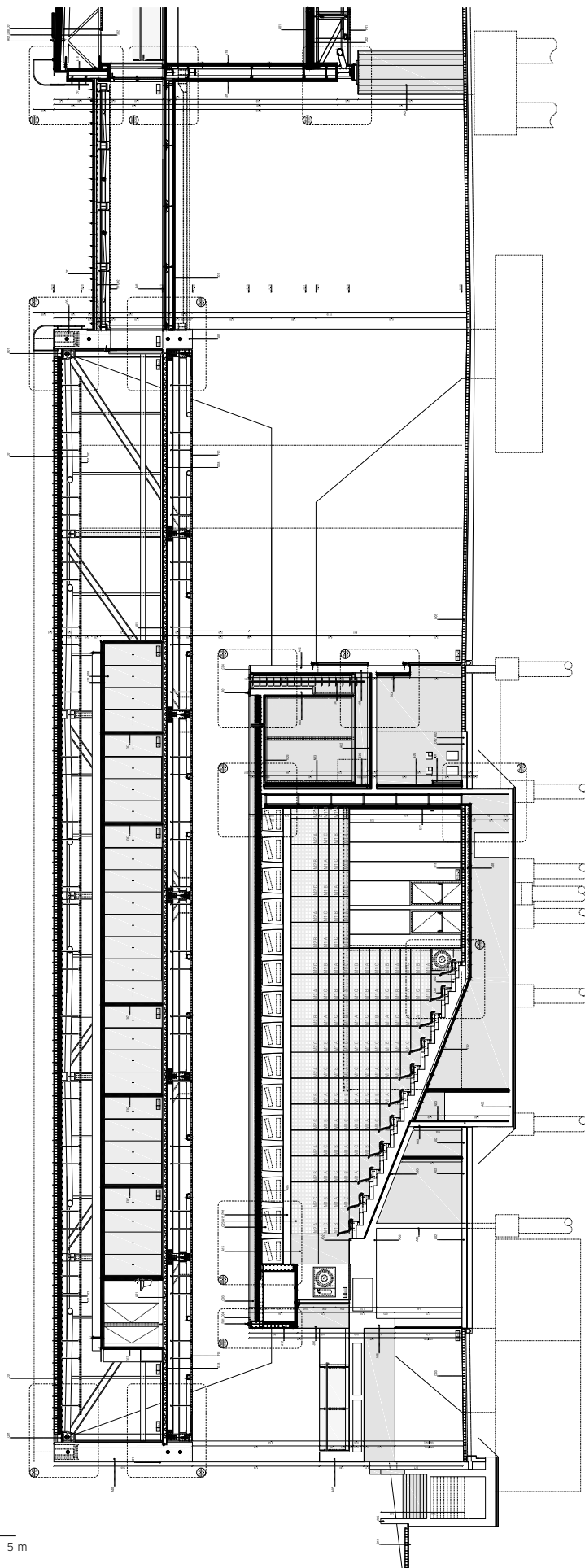




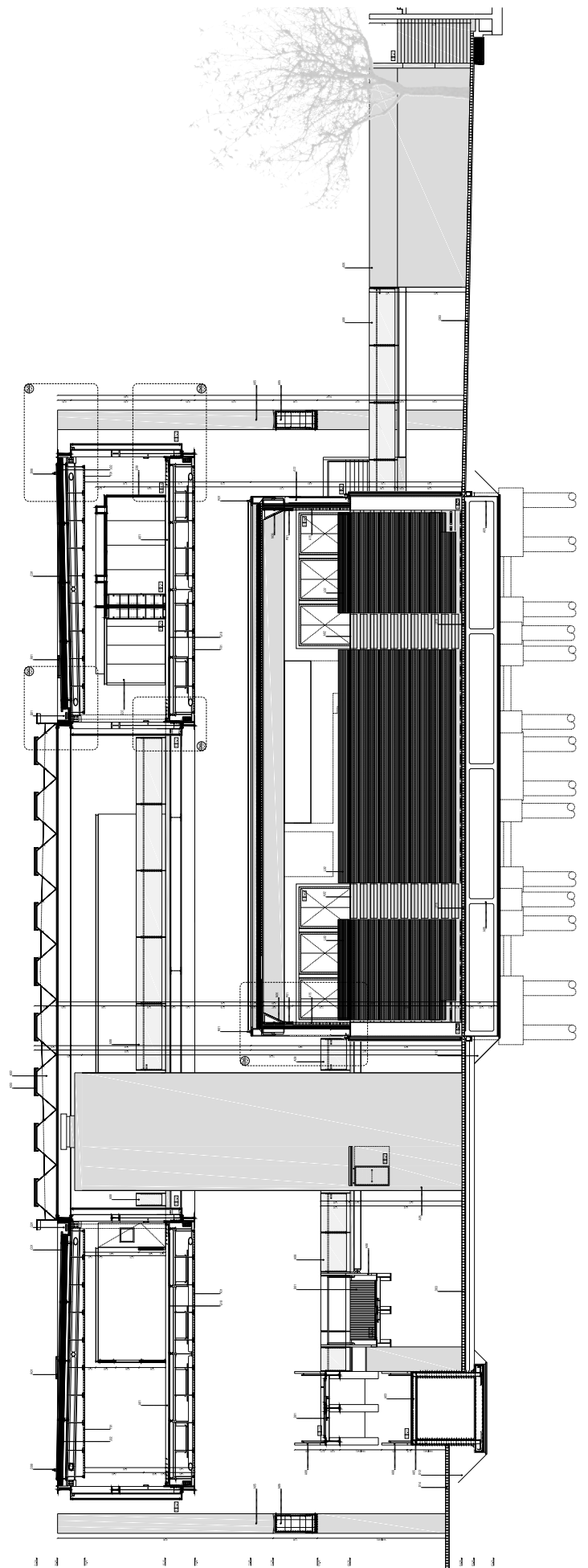


01

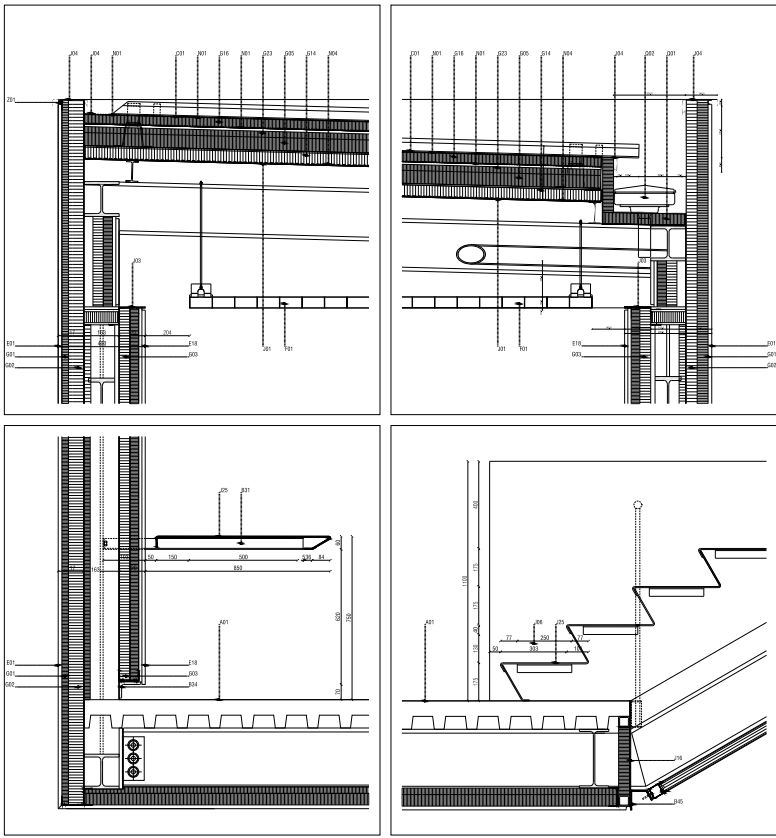
- 01**
Planta auditório
- foyer, auditório,
bilheteira
Auditorium plan -
foyer, auditorium,
ticket office
- 02**
Corte longitudinal
Longitudinal section
- 03**
Corte transversal
Cross section



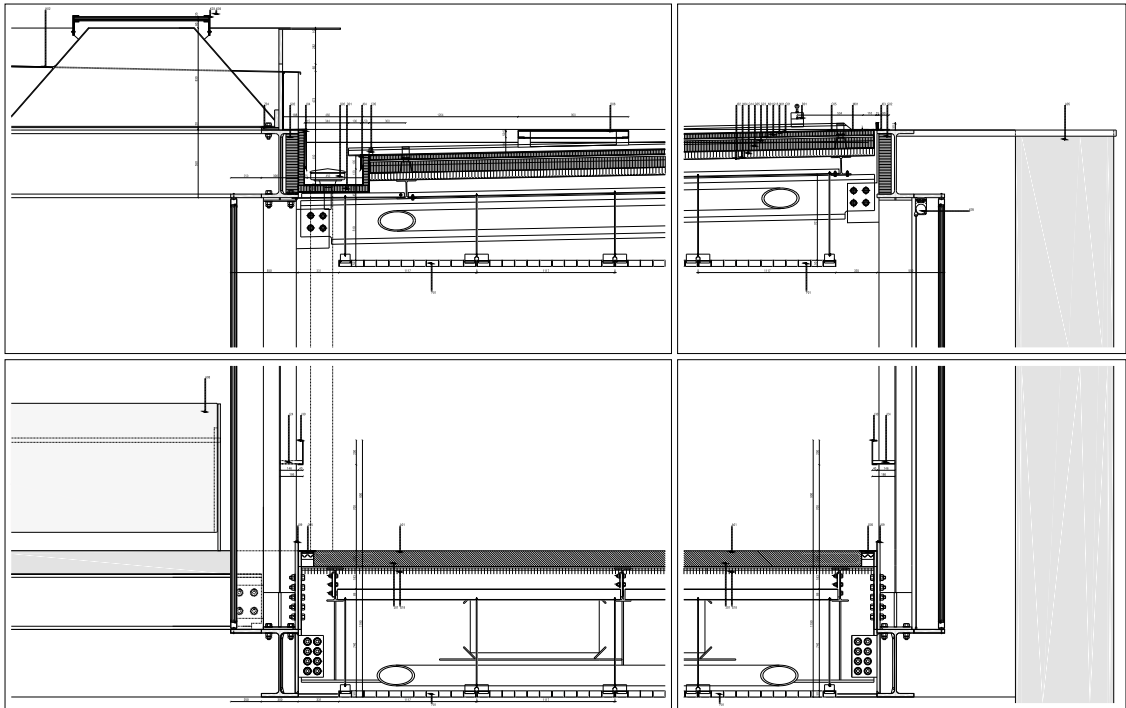
02



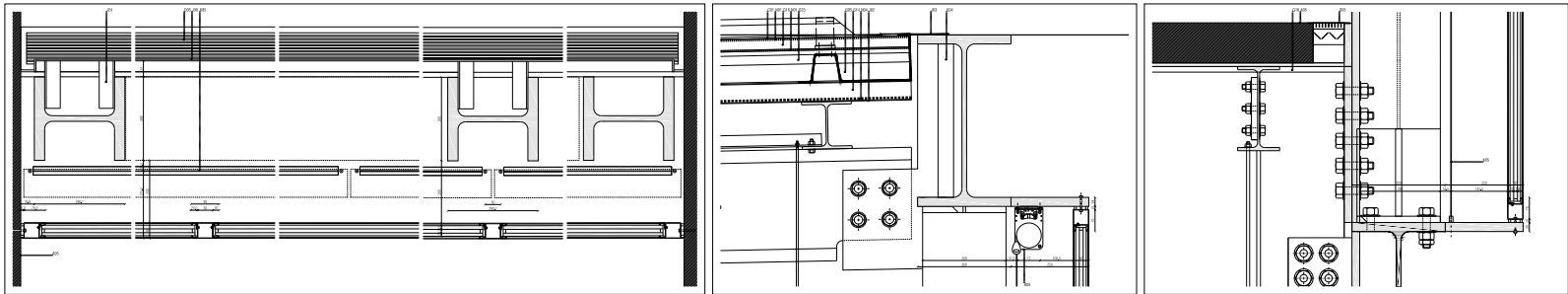
03

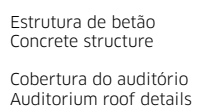


04



05





Imagens da fase de tosco
Images of structural work stage







Autores

António Ruivo Meireles. Licenciou-se em Engenharia Civil na FEUP, MBA em Gestão de Empresas em 2007. Desenvolve um Doutoramento cujo âmbito da aplicação do BIM numa empresa de construção. Trabalhou como consultor na área de Sistemas de Informação. Desde 2007 que desenvolveu a sua carreira como gestor da inovação na empresa de construção Mota-Engil. É coordenador do BIM Fórum Portugal e do Grupo de Trabalho BIM da Plataforma Tecnológica Portuguesa da Construção.

Bárbara Rangel. Licenciou-se em Arquitetura - FAUP (1996). Em 2006 obtem o grau de mestre em Construção de Edifícios pela FEUP. Em 1995 fez o estágio com Arq. Rafael Moneo. Colaborou com Álvaro Siza (1996-2001). Foi assistente em ARCA EUAC entre 2001-04). Desde 2004 é assistente na Secção de Construções Cívís, Dep. de Eng. Civil - FEUP. Desde essa data é investigadora do Centro de Estudos da Construção DEC/FEUP integrada no grupo GEQUALTEC. É desde a sua fundação Coordenadora editorial da revista científica internacional "Cadernos d'Obra", "Sebentas d'Obra" e "Livros d'Obra".

Fernando Brandão Alves. Licenciatura em Arquitetura - FAUTL (1987). Mestre (1993) e Doutor (2007) em Planeamento Regional e Urbano - UTL. Professor Associado da FEUP. Diretor do Laboratório de Planeamento - FEUP. Investigador Sênior de CITTA - FEUP. Membro da Comissão Editorial da Revista Internacional "Cadernos d'Obra", "Sebentas d'Obra" e "Livros d'Obra" - FEUP. Revisor permanente do Journal of European Studies. Autor e coautor de vários livros e artigos científicos no domínio da Arquitetura e do Planeamento Urbano. Membro de Comissões Científicas e Chair de vários congressos, workshops e outros eventos nacionais e internacionais.

Fernando Pérez Oyarzun es arquitecto por la Universidad Católica de Chile (1977) [UCC] y Doctor Arquitecto por la Universidad Politécnica de Barcelona (1981). Actualmente es Profesor Titular de la Pontificia UCC, Jefe del Doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos y Director del Centro de Patrimonio Cultural, ambos de la misma universidad.

José Manuel Pozo es Arquitecto y Doctor Arquitecto por la UN. Premio de Investigación del Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón en su edición de 1990 por su investigación acerca de la obra de Regino Borobio Ojeda. Subdirector de la ETSAUN entre 1994 y 2000. Es responsable de los programas de postgrado (Doctorado y Máster) de la ETSAUN y Secretario del Departamento de Proyectos. Fundador de la Editorial T 6 Ediciones S. L. Director ejecutivo de la Revista Ra. Coordinador de los Congresos Internacionales acerca de la Historia de la Arquitectura Española del siglo XX, todos ellos celebrados bienalmente en Pamplona entre los años 1998 y 2012. Promotor de la Bienal de Arquitectura latinoamericana (BAL) de la que se han celebrado dos ediciones (2009 y 2013). Director del Proyecto de investigación "Guía de Arquitectura de Navarra". Autor de diversas publicaciones y exposiciones relacionadas con la historia de la arquitectura española contemporánea, como el libro "Los Brillantes 50" (2004) o las monografías "Los comedores de la SEAT, en Barcelona" (1999)", "La Universidad Laboral de Orense" (2003), El Santuario de la Virgen del Camino de León" (2006) o el "Edificio Capitol de Madrid" (2010). Desde 2010 colabora con la Fundación Arquitectura y Sociedad; en 2011 dirigió el Campus. Ulzama "Llegadas/Partidas" y en 2012 dirigió el Campus Ulzama "la belleza, reto y servicio".

Hugo L. S. C. HENS Mestre em engenharia em 1968. Projectista de estruturas e director de obra até 1972. PhD em 1975. Desde então, é professor na KULeuven, responsável pelas unidades curriculares de Física das Construções, de Projecto de Edifícios com base em Requisitos de Desempenho e de Instalações em Edifícios. Responsável pela Unidade de Física das Construções no Departamento de Engenharia Civil. Investigador e Consultor na área do projecto exigencial, energia em edifícios e qualidade ambiental interior. Autor de numerosas publicações em revistas com avaliação inter-pares em actas de congressos. Autor de 7 livros em holandês e de 3 em inglês. Recebeu o prestigiado Franqui Chair em 2006. Fellow ASHRAE em 2007.

Nuno Sampaio. Licenciou-se em Arquitetura na Porto, em 1997. É mestre pela ETSABarcelona da Universidade Politécnica de Catalunha [UPC]. Foi Professor convidado da UPC (2002). Em 2000 funda o atelier "Nuno Sampaio – Arquitetos". Foi comissário de várias exposições e conferencista em diversas instituições e escolas. Júri em concursos de arquitetura onde se destacam os Prémios FAD 2013. Membro da Mesa da Assembleia Geral da Ordem dos Arquitetos, Membro da Direção da “Casa da Arquitetura”, Vice-Presidente da Associação Trienal de Arquitetura de Lisboa, Presidente da “Estratégia Urbana” – Laboratório de Inovação. No âmbito do seu ateliê, em Portugal e mais recentemente no Brasil, tem desenvolvido uma intensa atividade profissional.

Orestes Marracini Gonçalves graduou-se em Engenharia Civil na EPUS (Poli-USP) e desde de 1975 é seu professor. É Mestre e Doutor em Engenharia pelo Departamento de Engenharia de Construção da Poli-USP e atualmente é seu Professor Titular. Desde 1989 é Coordenador do Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão da área de Engenharia de Sistemas Prediais da Poli-USP. Coordena desde 1997 o PURA – Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. É membro do Conselho e Coordenador do Comitê Técnico do tema Água, do CBCS – Conselho Brasileiro da Construção Sustentável. Desde 1987 é membro da Comissão W62 – *Water Supply and Drainage for Buildings* do CIB – *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*.

Ricardo Bak Gordon. Estudou arquitetura na FAUP, no IPM e na FAUTL, onde se licenciou em 1990. É professor convidado no Mestrado em Arquitetura do ISTL, tendo sido professor convidado e/ou conferencista em diversas universidades entre as quais se destacam a FAUTL, a ESAP, a UL, a UALisboa, a UCamilo José Cela em Madrid, a USalamanca, o Colégio de Arquitectos da Catalunha, o IPMilão, a UCá Foscari de Veneza, a USassari na Sardegna, a Accademia di Architettura di Mendrisio, a UBrasília, a USan Francisco de Quito ou a Ozone Gallery em Tokyo. A sua atividade de arquiteto tem-se desenvolvido desde 1990, sendo coordenador do atelier Bak Gordon Arquitectos desde o ano 2000. Foi autor do Pavilhão de Portugal na ExpoZaragoza 2008, do Pavilhão de Portugal na Bienal de São Paulo 2007 e do Projeto Expositivo da primeira Trienal Internacional de Arquitetura de Lisboa em 2007. É, em coautoria com o Arq.º Paulo Mendes da Rocha, responsável pelo projeto do Novo Museu dos Coches, em Lisboa. O seu trabalho de arquiteto foi exposto em Portugal, Espanha, Itália, Reino Unido, Alemanha, República Checa, México, Equador, Brasil, Macau e Japão. Foi nomeado para o prémio Mies Van Der Rohe nas edições de 2009 e 2011 e Vencedor do Prémio FAD 2011 (Barcelona, Espanha). Representante de Portugal na Bienal de Veneza 2010 e 2012.

Rui Furtado. Licencia-se em 1962 em Engenharia Civil - FEUP. Dirige a afaconsult - Empresa de Projetos Multidisciplinares, onde promove a prática de uma filosofia de projeto integrado como forma de melhorar o resultado final - O Edifício. Na sua atividade profissional interessa-se pela integração da Estrutura como potencializadora do resultado Arquitetónico dos Edifícios. A leveza dos edifícios e a racionalidade da sua construção tem sido os principais objetivos a atingir. Ao longo dos 30 anos de profissão participou e liderou inúmeros projetos de estruturas multi disciplinares de que se destacam o Estádio Municipal de Braga, a Casa da Música, o Novo Museu dos Coches, a Casa das Histórias Paula Rego e o Teatro Thalia. Dos projetos atualmente em curso sob a sua responsabilidade referem-se o Instituto Tecnológico da Vale (ITV DS) em Belém do Pará, 2 Torres em Milão, o Centro de Artes da EDP e a Nova Sede da EDP em Lisboa.

Silvana Bessone. Licenciada em História pela UCL (1976). Mestre em História de Arte pela UNL (1983). Pós-graduada em Museologia pelo IPPC (1984). Conservadora, no Museu Nacional dos Coches (1985). Diretora (desde 1991). Docente convidada no curso de museologia na ESBAL (1990-91), no curso de Mestrado em Museologia e Património na UNL (1995-2003), no curso de Licenciatura em Preservação e Restauro, da FTUNL (2002-2004), no Mestrado em Cultura e Formação Autárquica, iniciativa da UCL (2005). Membro da APOM desde 1978, do ICOM desde 1985 sendo atualmente Presidente da Mesa da Assembleia-geral do Comité Nacional (2011-14). Membro da Associação Internacional de Museus dos Transportes (IATM) tendo ocupado o cargo de Vice-presidente (1995-2003). Membro da Associação de Arte Equestre de Versailles desde 1996. Membro do Comité Científico para a renovação do Musée de la Voiture et du Tourisme du Château de Compiègne (2002-04), Membro do Conselho Consultivo do Dutch National Carriage Museum desde 2006. Consultora e coordenadora de projetos para remodelação e criação de novos museus em Portugal. Na área da investigação em História de Arte tem publicado diversos estudos e obras de divulgação sobre as coleções do Museu Nacional dos Coches.

Authors

António Ruivo Meireles. Graduated in Civil Engineering - FEUP. MBA in Enterprise Management 2007. He is currently working on his PhD on the development of a methodology to adopt BIM in a construction company. He has work experience as a design engineer and as an IS consultant. Since 2007 he is an innovation manager at Mota-Engil, where he has developed several innovation projects with an aim to increase operations efficiency and competitive advantages. He is currently focused on implementing BIM in Mota-Engil. He is the coordinator of BIMForum Portugal and the BIM Workgroup of the Portuguese Construction Technology Platform.

Bárbara Rangel is an architect from FAUP (1996). Collaborator in Rafael Moneo's studio (1995); collaborator in Álvaro Siza's office (1996-2001). Assistant in ARCA EUAC between (1996-2004). Assistant in Secção de Construções Cívís, Departamento de Engenharia Civil - FEUP (since 2004); researcher at GEQUALTEC - FEUP. MPhil Degree in Construction - FEUP. Editor of the International Scientific Journal "Cadernos d'Obra", "Sebentas d'Obra" and "Livros d'Obra".

Fernando Brandão Alves. Graduation Degree in Architecture - FATUL (1987). MPhil Degree (1993) and PhD Degree (2007) in Urban Planning - UTL. Associate Professor at FEUP. Director of Planning Laboratory (FEUP). Senior research member of CITTA - FEUP. Member of the Editorial Board of the International Scientific Journal "Cadernos d'Obra", "Sebentas d'Obra" and "Livros d'Obra". Reviewer of Journal of Review of European Studies. Author of several books and scientific articles in the Architecture and Urban Planning field. Member of several Scientific Boards of national and international congresses, workshops, and other events.

Fernando Pérez Oyarzun is an architect from the UCC (1977), PhD in Architecture from the PUB (1981). He is currently a Full Professor of the Pontifical UCC, head of the doctorate in architecture and urban studies and Director of the Center for Cultural heritage, both from the same University.

José Manuel Pozo is an architect, PhD in Architecture from the UN. He received the Research Award of the official College of Architects of Aragón in 1990 for his research about the work of Regino Borobio Ojeda. Deputy Director of ETSAUN between 1994 and 2000. He is responsible for the doctorate and master degree of ETSAUN and Secretary of the Department of projects. Founder of the Editorial T 6 Editions S. L. Executive Director of Ra magazine. Coordinator of the International Congress on the History of Spanish 20th century Architecture, held biennially in Pamplona between 1998 and 2012. Promoter of the Biennale of Latin American Architecture (BAL) with two editions (2009-13). Head of the research project "Architecture Guide of Navarra". Author of various publications and exhibitions related to the history of contemporary Spanish architecture, including the book "Los Brillantes 50" (2004) or monographs "Los comedores de la SEAT, en Barcelona" (1999),"La Universidad Laboral de Orense"(2003), "El Santuario de la Virgen del Camino de León" (2006) or the "Edificio Capitol de Madrid" (2010). Since 2010 he collaborates with the Fundación Arquitectura y Sociedad; he was Campus director in 2011. Ulzama "Llegadas/Partidas" and in 2012 directed the Ulzama Campus "la belleza, reto y servicio".

Hugo L. S. C. HENS Master in engineering in 1968. Until 1972 working as a structural engineer and site supervisor. PhD-thesis defended in 1975. Since professor at the KULeuven, responsible for the lectures in Building Physics, Performance Based Building Design and Building Services. Head of the Unit of Building Physics at the Department of Civil Engineering. Research and consultancy in performance based design, energy in buildings and IEQ. Published numerous papers in peer reviewed journals and conference proceedings. Authored 7 books in Dutch and 3 in English. Holder of the prestigious Franqui Chair in 2006. Fellow ASHRAE in 2007.

Nuno Sampaio. Graduated in Architecture in 1997; He holds a master degree by ETSABarcelona of UPC; was guest professor at UPC (2002); In 2000, he founded the studio "Nuno Sampaio – Arquitetos"; He has curated several exhibitions and lectured at several institutions and schools at the international level; Jury in various architectural competitions as the FAD Awards 2013. Currently Member of the Board of the General Assembly of POA; He is a member of the Board of Directors of "Casa da Arquitectura"; He is vice-president of Associação Trienal de Arquitectura de Lisboa; He is the president of "Estratégia Urbana" – Laboratório de Inovação; Within the scope of his studio – both in Portugal and, more recently in Brazil – Nuno Sampaio has been developing an intense professional activity.

Orestes Marracini George. Graduated in Civil Engineering at the Polytechnic School of the University of São Paulo (Poli-USP) and teaches there since 1975. MSc and PhD in Engineering by the Construction Engineering Department of Poli-USP and is currently a Professor at the School. Since 1989 he is the coordinator of the Teaching, Research and Extension Group in the area of Building Systems Engineering of Poli-USP. Since 1997, he coordinates PURA – Rational Use of Water Program of the University of São Paulo. He is a member of the Council and the Coordinator of the Water Technical Committee of CBCS-Brazilian Council of Sustainable Construction. Since 1987 he is a member of Commission W62 – Water Supply and Drainage for Buildings of CIB - International Council for Research and Innovation in Building and Construction.

Ricardo Bak Gordon. Graduated in 1990 at the FATUL. During his studies he attended the FAUP and the PIM. Has lectured and/or visiting professor at several universities and institutions which highlight the Portuguese association of architects, the FAUTL, the ESAP, the UL, the UAL, the UBI, the Higher Institute of Labour and Enterprise of Lisbon, the P of Milan, the UCá Foscari of Venice, the USassari, USalamanca, the College of Architects of Catalonia, the Accademia di Architettura di Mendrisio, UBrasília, the USan Francisco de Quito or the Ozone Gallery in Tokyo. He is currently a visiting professor in the Master in Architecture at the Instituto Superior Técnico, Lisbon, and Visiting Teacher at the Universidad Camilo José Cela, Madrid. His work as an architect was presented in different exhibitions in Portugal, Spain, Italy, UK, Germany, Czech Republic, Mexico, Ecuador, Brazil, Macau and Japan, and published on prestigious editions of speciality. Portugal's representative at the Venice Biennale 2010 with Alvaro Siza, Carri lho da Graça and Aires Mateus He was the author of Portugal Pavilion in ExpoZaragoza 2008, the Pavilion of Portugal in São Paulo Biennial 2007 and the first exhibition project of International Architecture Triennale of Lisbon in 2007. Winner of the FAD PRIZE 2011 (Barcelona, Spain). In the year 2000 he created the atelier Bak Gordon Arquitectos, where he currently works.

Rui Furtado. Graduate in 1962 in Civil Engineering - FEUP. Manages afaconsult - a Multidisciplinary Projects Office - where the general practice promotes a philosophy of integrated design as a way to improve the final result - The Building. In his professional activity he is concerned with the integration of structures as a discipline that potentiates architecture final result. The lightness of the buildings and the rationality of its construction have been the main objectives to achieve. Over the past 30 years participated in and led numerous projects of multi-disciplinary structures such as Braga Municipal Stadium, Casa da Música, New Coach Museum, Paula Rego "House of Stories" and Thalia Theatre. Of the current projects under his responsibility, refer Vale's Technological Institut (ITV DS) in Belém do Pará, 2 towers in Milan, EDP Arts Center and new EDP Headquarters in Lisbon.

Silvana Bessone. Degree in history from the - UCL (1976). Master's degree in Art History from UNL (1983). Post-graduated in Museology by the IPPC (1984). Conservator, in the National Coach Museum (1985). Director (since 1991). Guest Lecturer in Museology at ESBAL (1990-91), in the master course in Museology and heritage at UNL (1995-2003), in the degree in Preservation and Restoration, UNL Technical College (2002-04), in the master course in Municipal Cultural Education, an UCL initiative (2005). Member of the Portuguese Association of Museology (APOM) since 1978. Member of the International Council of Museums (ICOM) since 1985 and currently the Chairman of the National Committee (2011-14). Member of the International Association of Transport Museums (IATM), formerly Vice President (1995-2003). Member of the Association of Equestrian Art of Versailles since 1996. At the invitation of the French Government was named a member of the Scientific Committee for the renovation of the Musée de la Voiture et du Tourisme du Château de Compiègne (2002-04). At the invitation of the Dutch Government was named a member of the Advisory Board of the Dutch National Carriage Museum since 2006. Consultant and project coordinator for remodeling and building new museums in Portugal. She has published several studies in the field of Art History research and about the collections of the National Coach Museum.

