



**Editor**

Cadernos d'Obra

**Diretor**

Bárbara Rangel

**Coordenação Editorial**

Bárbara Rangel

**Conceção Gráfica**

Teresa Seródio

**Texto**

OODA, KKAA, A400

**Imagens**

Pedro Cardigo, Guilherme Oliveira, OODA, KKAA,

**Impressão**

Minerva, artes gráficas

Setembro 2024

Depósito legal: 336727/11

ISSN 2184-6065

Tiragem: 200 exemplares

**Publicação periódica**

n.º 38. Ano XIII, setembro 2024

**Propriedade**

FEUP/DEC

R. Dr. Roberto Frias s/n

4200-465 Porto

Portugal

Tel./fax: + 351 22 508 19 40

cdo@fe.up.pt

**Apoios**

Porto, Innovation Hub

Fundação Marques da Silva

É proibida a reprodução sem a autorização escrita dos autores e do editor.

A exatidão 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 direção da revista não pode assumir nenhum tipo de responsabilidade em caso de erro ou omissão.

A iniciativa “Fora de Portas engenharia civil à mostra”, resulta da colaboração entre o Departamento de Engenharia Civil da FEUP, a Mostra da UP e o Município do Porto. Realiza-se no contexto da iniciativa Porto Innovation Hub (PIH), que pretende envolver os cidadãos e visitantes da Invicta na descoberta da inovação que transformou a cidade nos últimos séculos. Através da visita a locais históricos e infraestruturas emblemáticas do Porto, procura-se demonstrar o impacto direto da inovação na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos. O PIH é uma iniciativa do Município do Porto que pretende ser uma plataforma para o fortalecimento do ecossistema de inovação e empreendedorismo da cidade, contribuindo desta forma para que o Porto se possa destacar no panorama nacional e internacional como uma cidade inovadora e criativa. O PIH propõe a criação de um espaço de experimentação e laboratório vivo, potenciando cenários e oportunidades de desenvolver novos produtos, métodos ou conceitos à escala urbana, contribuindo, assim, para a cultura de transformação para a inovação.

# **Reconversão e Exploração do antigo Matadouro Industrial do Porto**

## 1. Introdução

Pretende-se neste edifício, efetuar a reconversão do Matadouro, num núcleo empresarial com uma zona museológica e espaços educativos requerida pela Câmara Municipal do Porto, localizado na Rua São Roque da Lameira, no Porto. Reflexo dum período de degradação que se estendeu ao longo das últimas décadas, os edifícios existentes encontravam-se sujeitos a um estado de abandono que comprometia a sua integridade estrutural. Neste sentido, pretendeu-se reabilitar os edifícios existentes, adaptando aos novos usos, e integrar edifícios novos, capacitando o complexo aos novos programas e valências. Pretende-se assim, maximizar a vivência do local para que este se possa emancipar de forma natural e integrar todos os edifícios (novos ou existentes) numa lógica global de carácter de lugar – mesmo perante uma diversidade programática e na consciência do que é atuar em património classificado.

Propõe-se uma grande cobertura nova em quase todo o local, que institui uma coesão subtil e delicada entre as construções antigas e novas. No panorama da nova construção, surge o novo edifício que se eleva a norte ancorando a passagem pedonal sobre a VCI, elemento essencial de conexão entre duas partes da cidade fragmentadas pela infraestrutura viária. Desta forma, a proposta pretende criar unidade e identidade, unindo o antigo e o novo num só gesto.

## 2. Localização e situação atual

O terreno apresenta uma área total de 26192 m<sup>2</sup>, estando localizado na freguesia de Campanhã, sendo servido pelas estruturas viárias do lado Sul Rua de São Roque da Lameira, e do lado Oeste pela Via de Cintura Interna, apresentando uma configuração retangular. A VCI existe ao longo de todo o complexo do Matadouro, a oeste, numa altura superior a 10 metros face à cota base do atual complexo. Esta desenvolve-se à cota alta com circulação rodoviária e à cota baixa com circulação ferroviária (Comboio e Metro). Associado a uma vertente económica, está situado nas imediações um grande polo do sector terciário (Mercado Abastecedor) que, gradualmente, faz uma transição de escala para as edificações que compõem a frente urbana à Rua de São Roque



da Lameira e, por conseguinte, à entrada principal do Matadouro. Anunciado pela praça principal, este acesso/entrada atua como um momento de descompressão da densidade urbana da Rua de São Roque da Lameira. Pretende-se, nesta abordagem, a promoção de atividades multisectoriais e o envolvimento da comunidade no desenvolvimento deste futuro polo da cidade.

O contexto urbano é dominado pela confluência de diferentes morfologias, lógicas e uso do solo, posicionando-se o lote em questão num ponto de charneira que estabelece uma relação urbana com as diferentes realidades arquitetónicas que o envolvem. O lado sul é caracterizado por tipologias habitacionais com características do séc. XIX e finais do séc. XX, cujos alinhamentos seguem o traçado regulador do eixo urbano consubstanciado pela Rua de São Roque da Lameira, criando uma relação franca com a entrada principal do Matadouro.

CONCEPT DESIGN  
SITE | Current Condition



Aerial View



Parking Area



Building D



Nave Central

Assim sendo, teremos, simultaneamente, um diálogo direto e confrontante e um contraste de escalas muito evidente. Por um lado, a grande cobertura assume o diálogo da grande escala com a cidade, nomeadamente com a VCI, Metro, Estádio do Dragão, Mercado Abastecedor, vencendo as dimensões altimétricas de delimitação e

confronto territorial imediato. Por outro lado, a escala dos edifícios existentes do Matadouro procura transpor a escala pequena, da cidade que advém da Corujeira e do Vale de Campanhã e que acompanha as vivências diárias do espaço e de quem habita no seu entorno.



Proposta de concurso - análise do local

Contexto inicial



Edifício D02 e edifício I00

Edifício B

Contexto inicial

Espaço onde serão implantados os edifícios H00 e H02

Edifício G

### 3. Enquadramento e inserção urbana e paisagista

A proposta apresentada surge com uma vocação ambivalente, na perspectiva de atribuir uma nova identidade ao local mantendo o carácter do lugar (cuja classificação como Imóvel de Interesse Patrimonial confirma o facto de se tratar dum conjunto marcante e importante da sua época), enquanto se projeta a sua função para uma resposta mais agregadora e consentânea com as escalas existentes.

O programa proposto para o Matadouro é de grande complexidade, variedade e ambição. Tem um claro papel de ativação social, mas é sobretudo um espaço de cariz público, de projeção cultural e de dinâmica empresarial.

Um espaço com estas características precisa de ter a capacidade de dar as condições ideais para que haja atratividade do público geral de forma constante ao longo do ano, sejam a dinamização da sociedade civil através da sua agenda, como da afluência turística aos seus equipamentos culturais, como também ao dia a dia empresarial que se pretende promover.

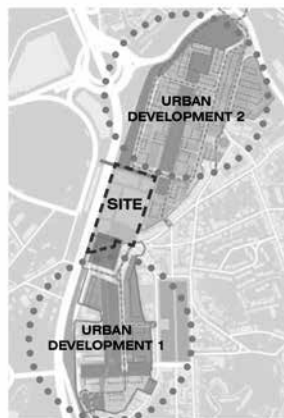
A proposta inclui três elementos que claramente se assumem como essenciais no conjunto a implementar: edifícios

pré-existent do Matadouro, Edifícios Novos e Ponte pedonal. Em vez de assumirmos um contraste de imagem e composição entre os elementos e, por isso, uma separação clara entre o novo e o antigo, a nossa estratégia assenta na convicção que, para suster melhor toda a diversidade em elementos distintos, a melhor alternativa seria ter uma nova identidade que agrega os pressupostos existentes e torna possível a fusão formal e material em todo o complexo afirmando a sua presença.

CONCEPT DESIGN  
PLAZA | Urban Development

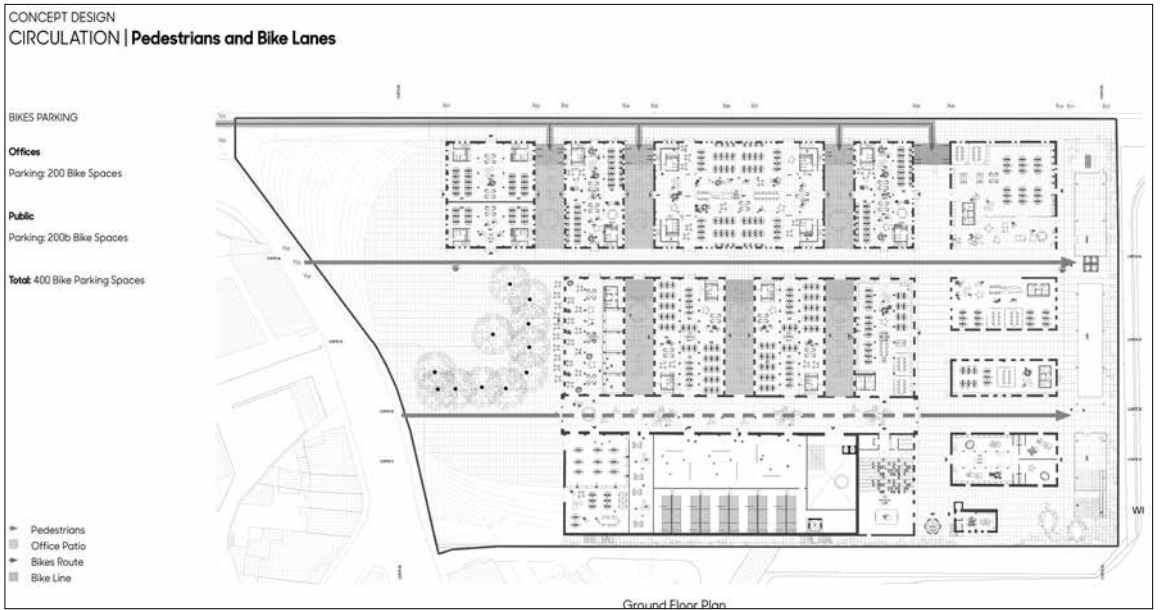
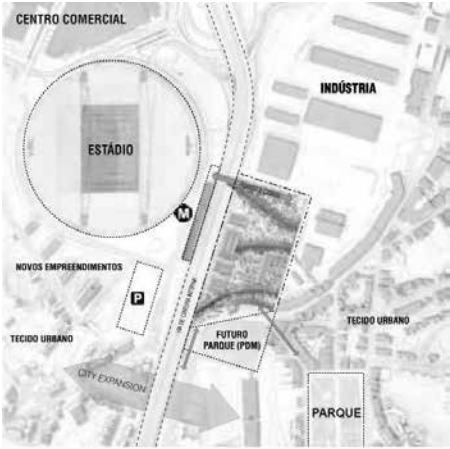


Plaza Extension Plan



Urban Development Strategy

Proposta de concurso – análise do local

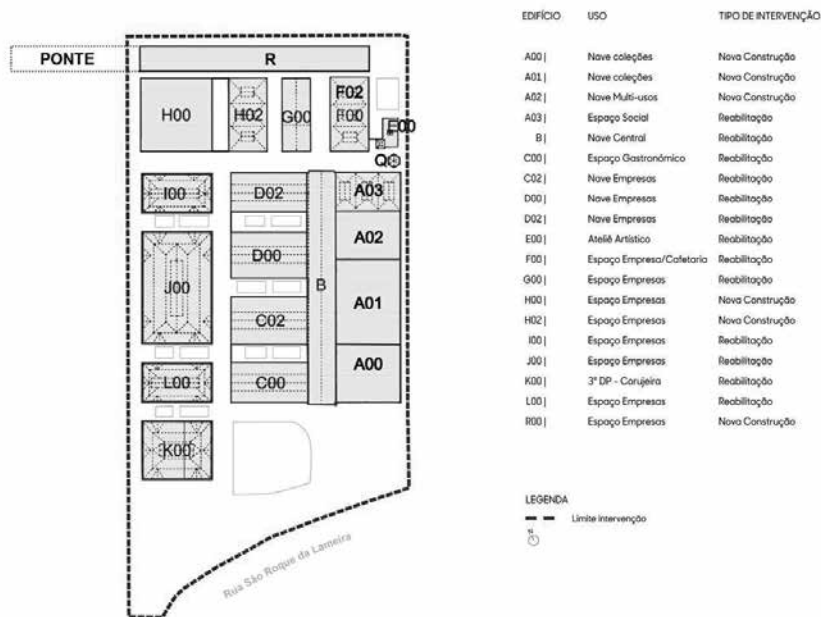


Proposta de concurso - conceito urbano e imagem global  
 Proposta de concurso - circulação



## 4. Programa

Em termos de distribuição espacial, o programa articula-se sobre três grandes eixos temáticos: Cultural, Empresarial e Social.



### Cultural

O programa de cariz cultural que fica afeto, quase na totalidade, ao conjunto mais denso de edifícios (A00 a A03) e que fazem o confronto imediato com a grande praça de entrada do complexo. A nave central (B) atravessa todo esse conjunto e não só permite a ligação entre todos os programas, como se assume como um espaço multifuncional, de grande atratividade pela sua dimensão, escala e posicionamento no complexo.

Pode encontrar-se nessa zona o Depósito de Arte do acervo da CMP, o Museu, Galeria, Espaço Educativo, um espaço social, espaço gastronómico e espaços empresariais.

### Empresarial

Um conjunto de edifícios com um tipo de programa vocacionado para o meio empresarial e de

empreendedorismo, que ocupam grande parte do edificado existente que está imediatamente paralelo à VCI e que, embora tenham dimensões e tipologias diferentes, têm todos o mesmo objetivo de desenvolvimento empresarial. Estes edifícios podem ser enquadrados numa lógica individualizada ou podem ser entendidos como uma grande série de volumes pertencentes à mesma exploração.

Ainda dentro desta vertente programática, há a restante prumada de edifícios existentes que estão perpendiculares à VCI, no extremo norte do Matadouro, e que são confrontantes com o Edifício Ponte a construir. Nessa zona, estão implementados não só espaços para empresas, como também cafetaria e residências artísticas. Em todos estes espaços, procuramos introduzir a modernidade da intervenção em termos de materiais e estratégias de flexibilidade de composição,

procurando, simultaneamente, descaracterizar ao mínimo o ambiente da preexistência tentando aproveitar ao máximo os materiais, texturas e elementos compositivos existentes.

Limitando a intervenção a Norte, foi criado o Edifício Ponte que cresce em altura face aos demais e que se prolonga, de forma longa e esguia, quase na totalidade do topo perimetral do terreno que serve de suporte para a circulação vertical em direção à ponte pedonal. Com um programa vocacionado para espaços empresariais, o edifício acaba por se tornar um elemento de articulação/ligação entre as duas margens da VCI; deste modo, a nova construção assume um papel social ao promover pequenos momentos de permanência no percurso da escadaria principal, anunciando o complexo do Matadouro a diferentes cotas. No momento de chegada à cobertura do Edifício Ponte, existe um corredor com uma dualidade funcional: por um lado, de conexão, através da passagem aérea sobre a VCI até ao Metro do Estádio do Dragão; por outro, de contemplação, por propor um percurso de escala generosa com vista para o complexo e cidade.

## Social

Os espaços exteriores do Matadouro ganham outra dimensão e multidisciplinaridade com a abordagem conceptual da proposta, sobretudo pela cobertura principal que garante que a maioria destes espaços possam ser vividos com melhor qualidade durante todo o ano.

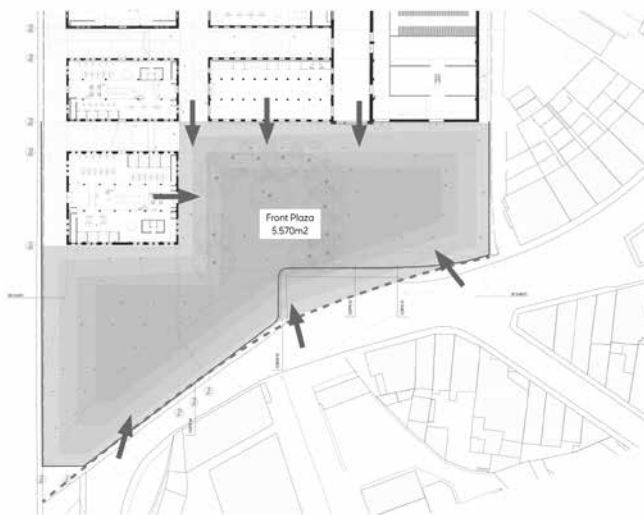
Se, por um lado, os espaços exteriores ajudam a dar elasticidade espacial e programática a muitos dos diversos conteúdos que se alocam aos edifícios preexistentes, os mesmos espaços exteriores ganham agora a capacidade de serem também espaços de programa, onde podem existir todo o tipo de eventos. A possibilidade de ocupação temporária – quer em praças cobertas quer em avenidas parcialmente cobertas – por iniciativas pontuais (como mercados semanais, concertos, comícios, eventos infantis, etc) permite o atravessamento da cidade e garante uma nova dimensão e dinâmica de rua habitada, enquanto passeio agregador dos grandes espaços de inclusão social.



Proposta de concurso – render da vista avenida pedonal principal

# Praça

CONCEPT DESIGN  
PLAZA | Strategy



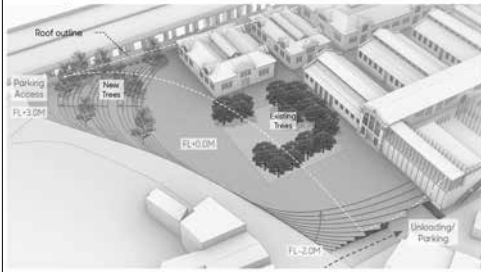
One continuous plaza connecting all facilities

CONCEPT DESIGN  
PLAZA | Podium



Proposta de concurso - praça

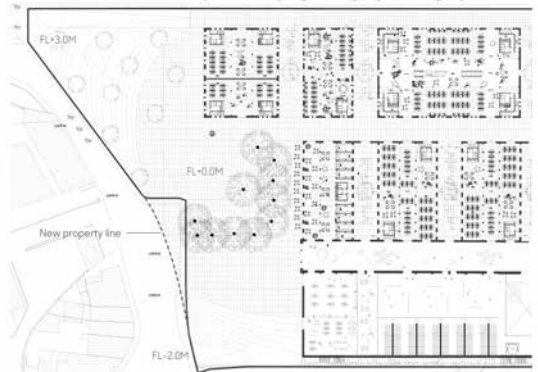
CONCEPT DESIGN  
PLAZA | Podium



Main Access Plaza Diagram



Approach from São Roque da Lameira Street and View towards Main Plaza



Main Plaza Plan



Podium Plaza Reference



Existing Condition

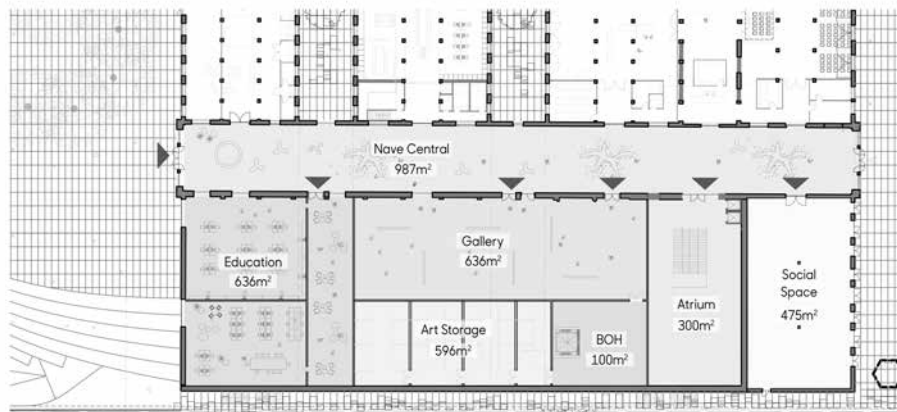


Landscape integrated with the existing trees

Proposta de concurso - praça

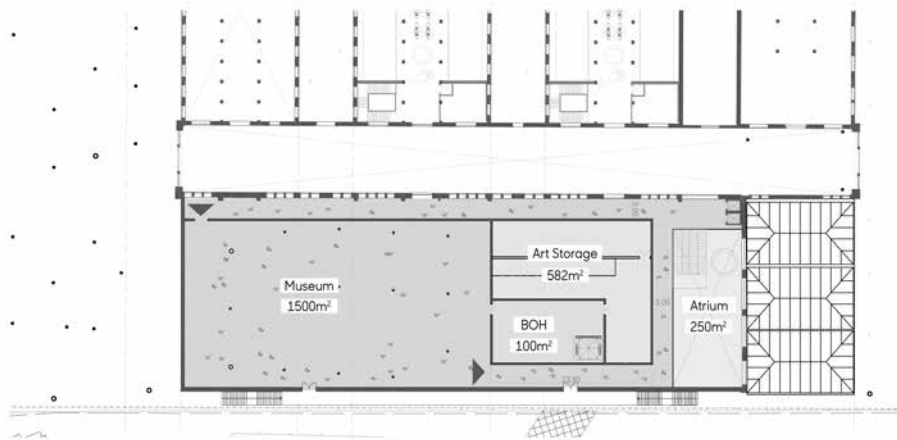
# Museu e galeria

CONCEPT DESIGN  
MUSEUM & GALLERY | **Ground Floor Program Distribution**



ACTIVATE GROUND FLOOR

CONCEPT DESIGN  
MUSEUM & GALLERY | **First Floor Program Distribution**



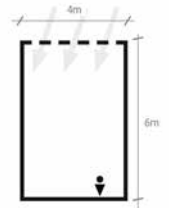
MUSEUM EXPERIENCE - ROOF

Proposta de concurso - museu e galeria, plantas

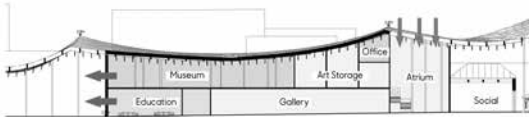


Proposta de concurso - museu e galeria, render  
Imagem de obra

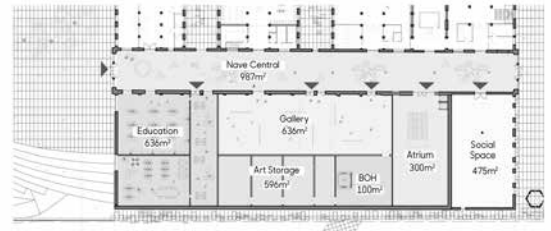
CONCEPT DESIGN  
MUSEUM & GALLERY | Foyer



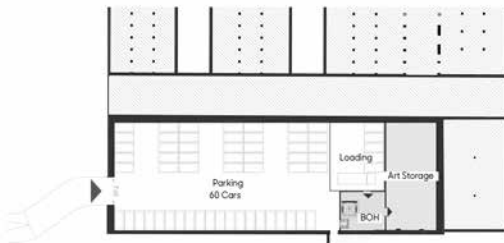
CONCEPT DESIGN  
MUSEUM & GALLERY | City Hall Program



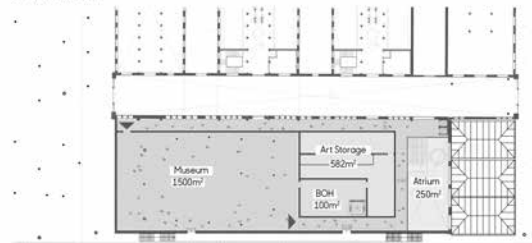
Section



Ground Floor Plan

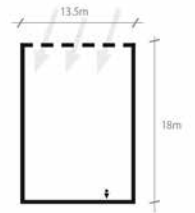
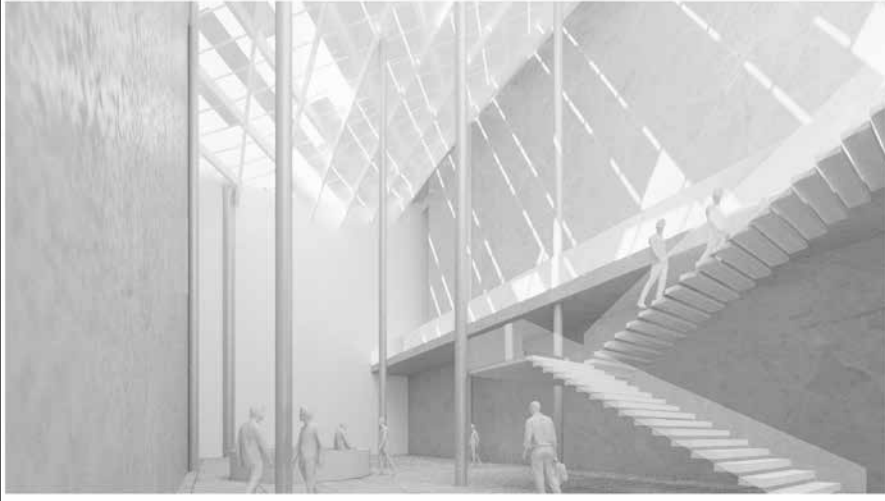


Basement Plan



First Floor Plan

Proposta de concurso - museu e galeria, sala tipo, e desenhos de plantas e corte

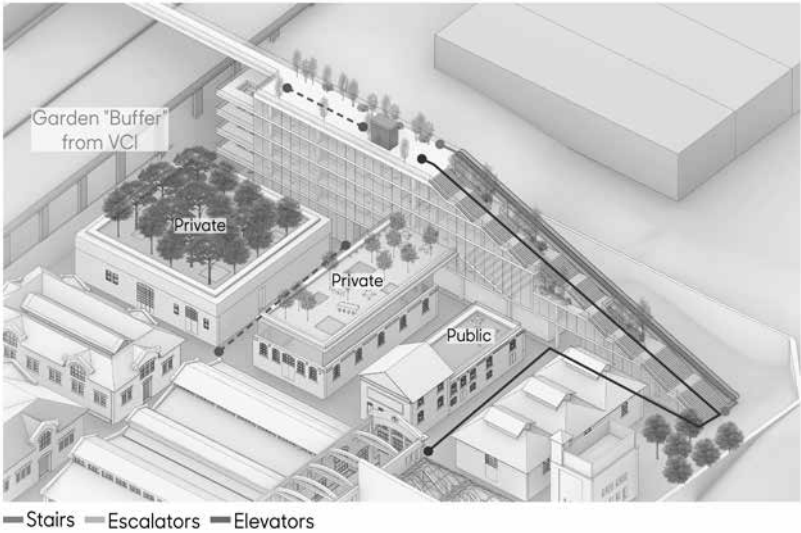


Proposta de concurso - atrio, render  
Imagem de obra



# Edifício Ponte

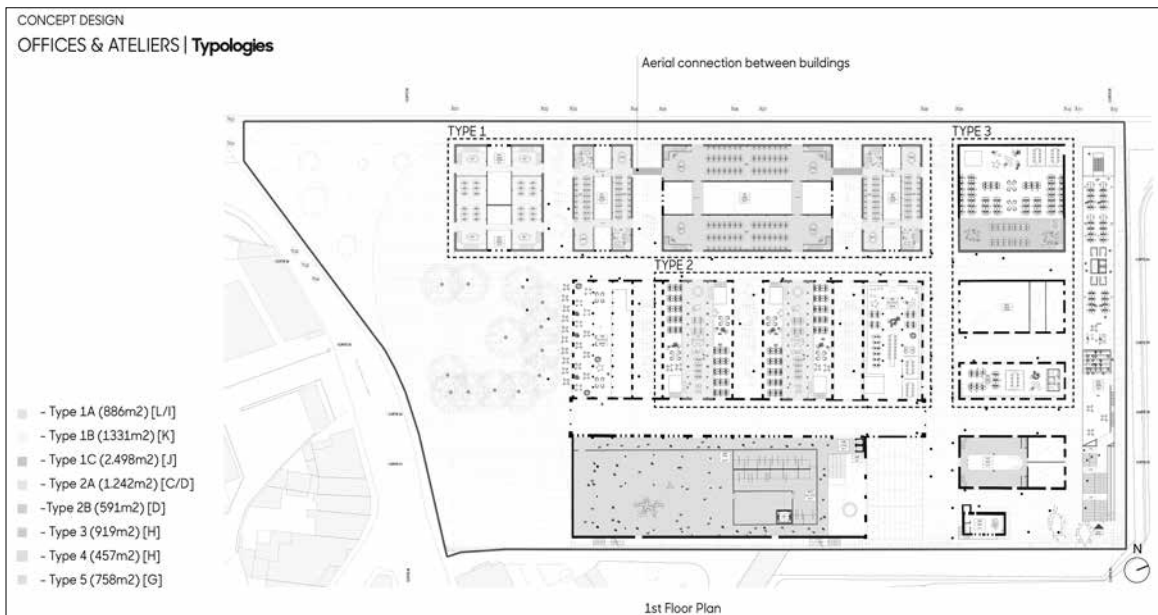
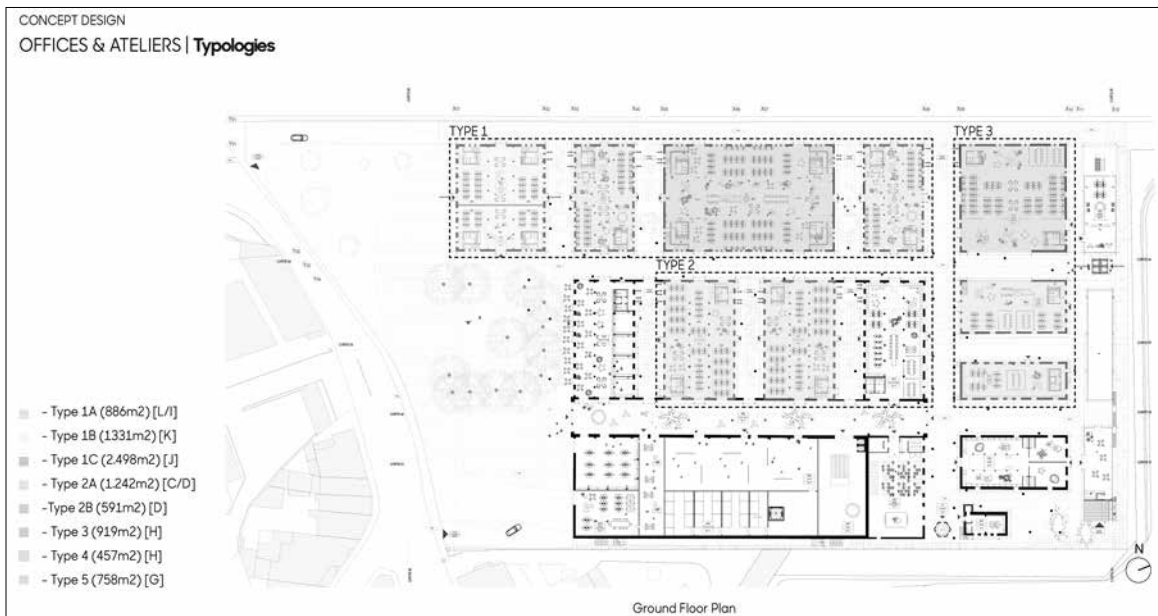
CONCEPT DESIGN  
BRIDGE BUILDING | Volume



Proposta de concurso - edifício ponte, axonometria esquemática e render

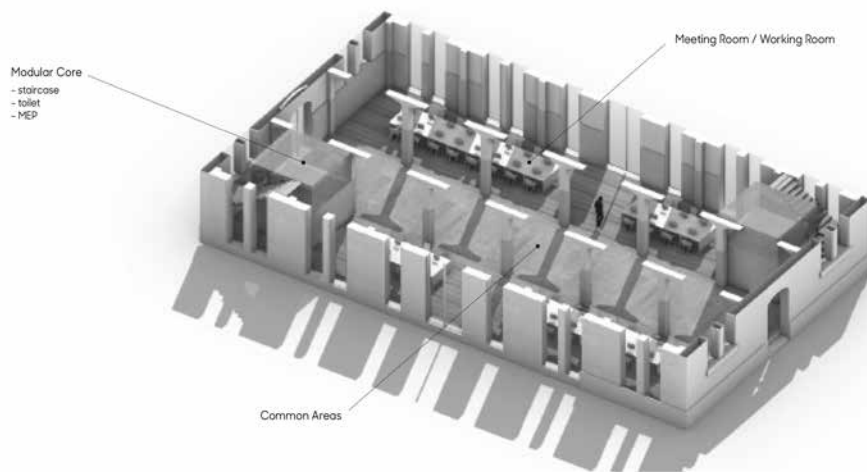


# Ateliers



Proposta de concurso - escritórios, plantas

CONCEPT DESIGN  
OFFICES & ATELIERS | **Concept Diagram**



CONCEPT DESIGN  
OFFICES & ATELIERS | **Concept Section**





Proposta de concurso - escritórios, render  
Imagens de obra



Escritórios, imagens de obra

# Sistema costruttivo

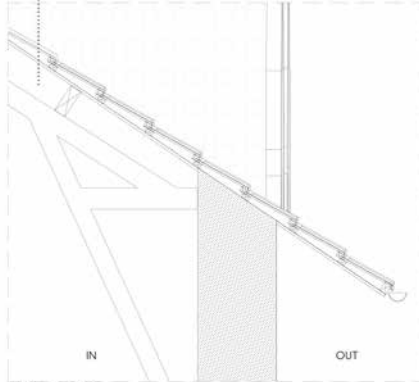
CONCEPT DESIGN

## OFFICES & ATELIERS | Roof



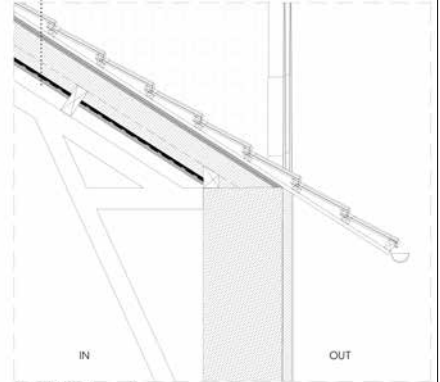
PHOTO | Existing Condition

Roof Tiles (Telha Marselha)  
Sub Structure (Timber)  
Structure (Timber)



DETAIL ROOF | Existing

Roof Tiles (Telha Marselha)  
Roof Sub-Tiles  
OSB 18mm  
VIROC 12mm  
Insulation 200mm  
Anti Vibration Support  
Plaster Board 15mm  
Viscoelastic Fabric 6.5mm  
Timber 15mm (Finishing)  
Structure and Sub Structure (Timber)



DETAIL ROOF | Proposed

CONCEPT DESIGN

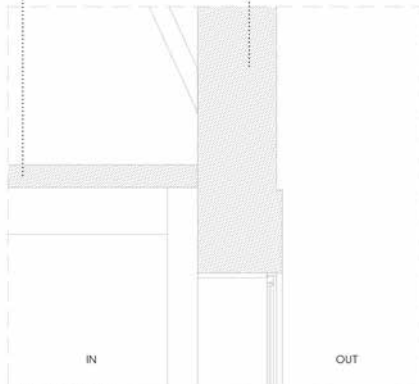
## OFFICES & ATELIERS | Mezzanine



PHOTO | Existing Condition

MEZZANINE FLOOR:  
Existing Concrete Slab 150mm

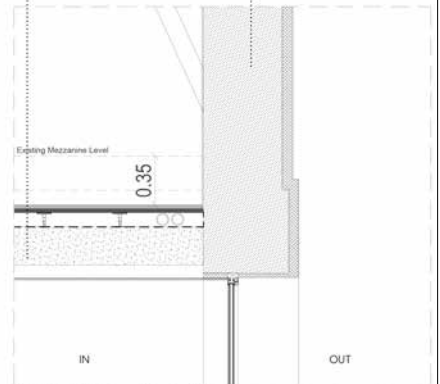
FACADE WALLS:  
Interior Plaster 20mm  
Existing Wall 450mm to 550mm  
Exterior Plaster 20mm to 30mm



DETAIL FLOOR | Existing

MEZZANINE FLOOR:  
Floor Finishing 25mm  
OSB 25mm  
Technical Area 120mm to 150mm  
Concrete Slab 200mm (TBC)  
Insulation 40mm  
Ceiling Finishing 15mm

FACADE WALLS:  
Finishing 15mm  
Plaster Board 15mm  
Insulation 60mm to 80mm  
Existing Wall 450mm to 550mm  
Thermal Plaster 20mm to 30mm



DETAIL FLOOR | Proposed (New Levels)

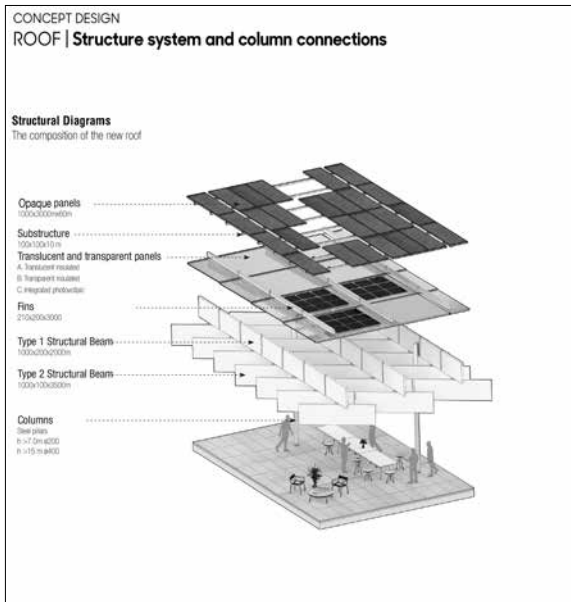
Proposta de concurso - sistema costruttivo



Imagens de obra



# Cobertura



**FILTERING the light**



こもれび  
(KOMOREBI)

Proposta de concurso - cobertura, axonometria e conceito

CONCEPT DESIGN  
ROOF | **Beam and Column Connections**



**COLUMN TYPE 1**

Columns on the intersection  
of lower and higher beam crossing



**COLUMN TYPE 2**

Offset columns from the intersection  
of lower and upper beam

CONCEPT DESIGN  
ROOF | **Typology**



**COVERED**  
Impermeable

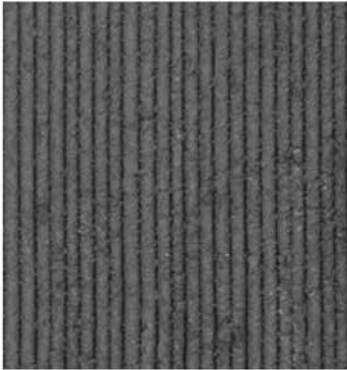


**ENCLOSED**  
Insulated



**OPEN**  
Ventilated

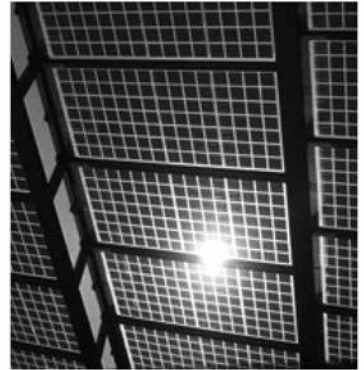
CONCEPT DESIGN  
ROOF | Tiles



**OPAQUE**  
opaque panels providing shading

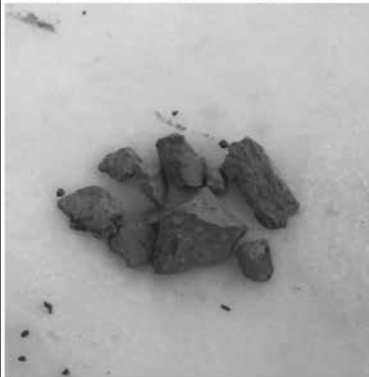


**TRANSLUCENT**  
transparent or translucent panels to let the light in



**SOLAR**  
solar panels & tiles collect clean energy for Matadouro use

CONCEPT DESIGN  
ROOF | Beams Cladding Materiality



**CERAMIC**  
fragments from existing ceramic tiles

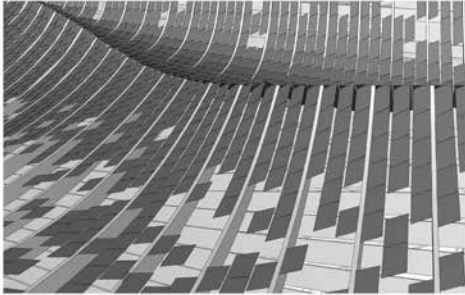


**POWDER**  
fine powder from the collected fragments



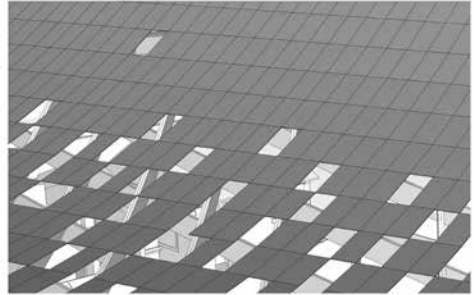
**NEW MATERIAL**  
adding the powder in the cladding material mixture

CONCEPT DESIGN  
ROOF | Strategy for Optimization



COMPETITION DOUBLE CURVATURE ROOF

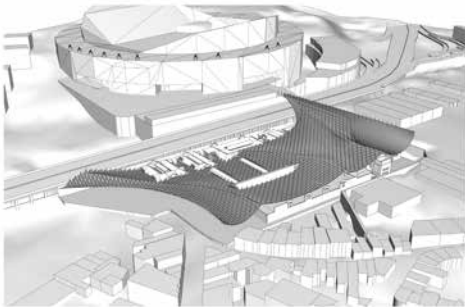
Roof surface: 18.500m<sup>2</sup>  
Facade surface: 1.569m<sup>2</sup>



WIP SINGLE CURVATURE ROOF REDUCED

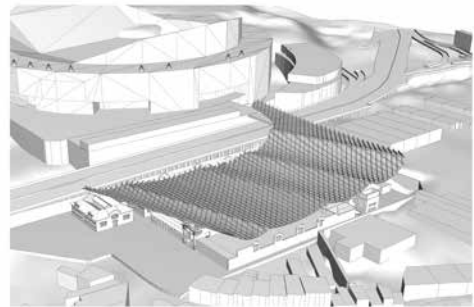
Roof surface: 16.256m<sup>2</sup>  
Facade surface: 0m<sup>2</sup>

CONCEPT DESIGN  
ROOF | Strategy for Optimization



COMPETITION DOUBLE CURVATURE ROOF

Roof surface: 18.500m<sup>2</sup>  
Facade surface: 1.569m<sup>2</sup>

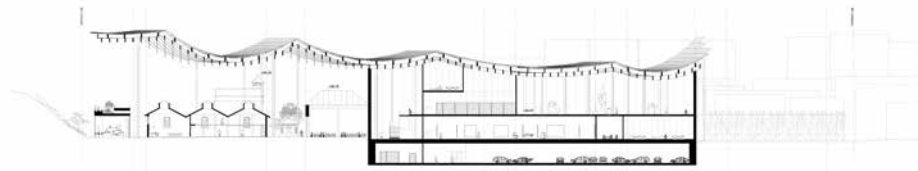


WIP SINGLE CURVATURE ROOF REDUCED

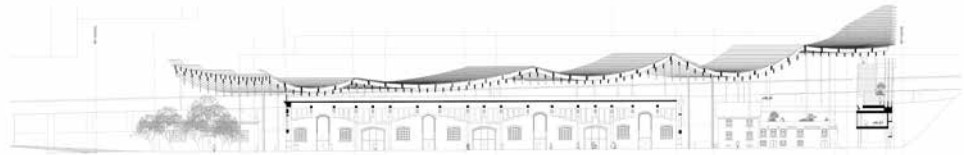
Roof surface: 16.256m<sup>2</sup>  
Facade surface: 0m<sup>2</sup>

Proposta de concurso - cobertura, estratégia de otimização

CONCEPT DESIGN  
DRAWINGS | Sections

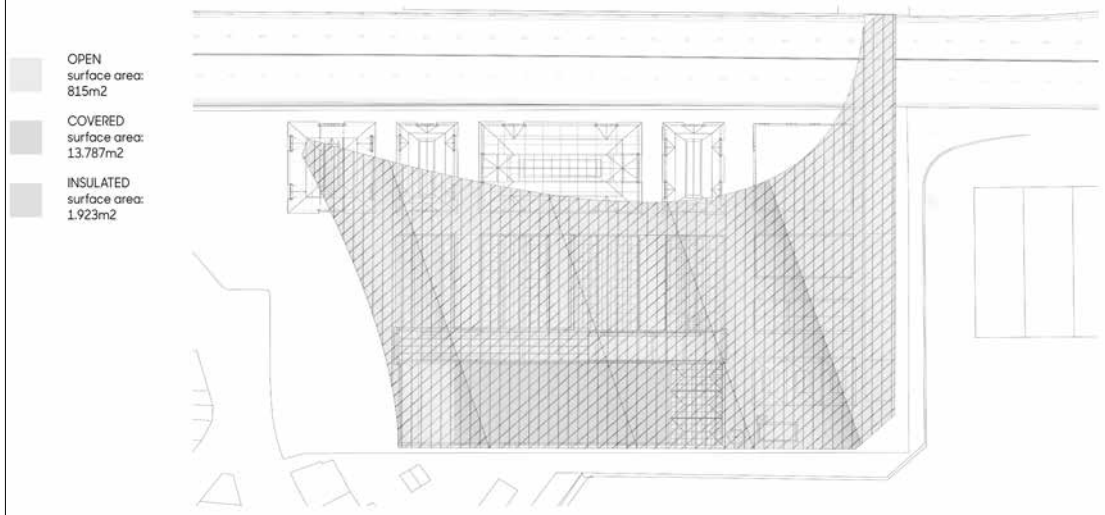


Section C1



Section C2

CONCEPT DESIGN  
ROOF | Zoning Study 2



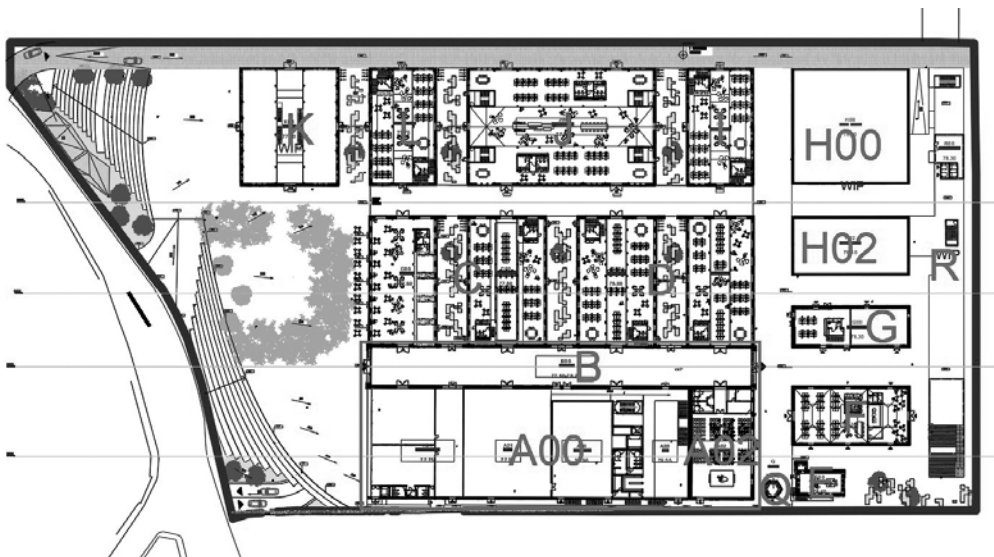
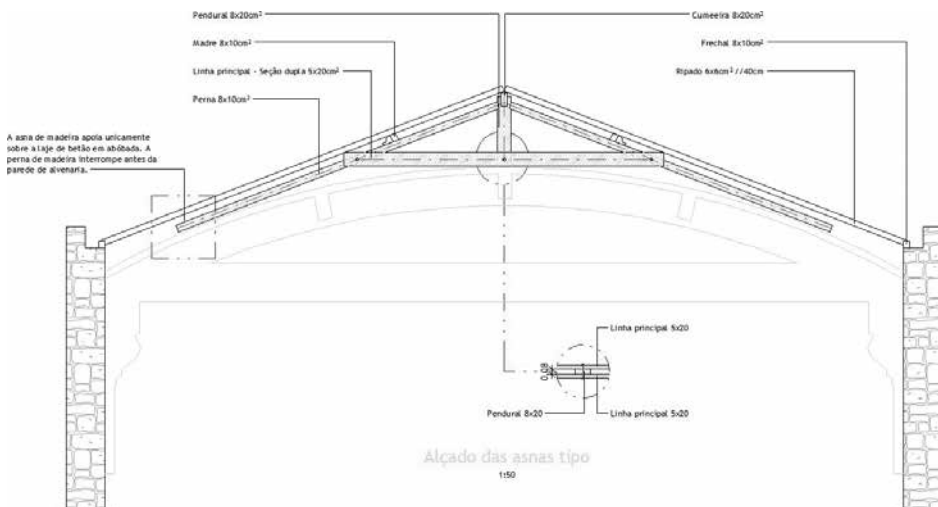
Proposta de concurso - cobertura, corte esquemática e zonamento

## Estrutura

Os edifícios A00, A02 e B são três edifícios existentes e contíguos. O edifício A00 será constituído por um piso enterrado, um piso à cota do terreno, três pisos elevados e cobertura. Os edifícios A02 e B serão constituídos pelos pisos térreos e pelas coberturas. No edifício A00 a cobertura será plana e acessível, enquanto, nos edifícios A02 e B as coberturas serão constituídas por um sistema de asnas de madeira, com duas águas no A02 e coberturas de quatro águas no B. Na figura encontra-se representado um corte tipo da cobertura do edifício B.

O sistema resistente do edifício é constituído por muros de suporte ao nível do piso -1 e pelo contraventamento fornecido por pórticos de vigas pilares e por paredes e núcleos de betão armado, assim como pelas paredes perimetrais de alvenaria de pedra granítica existentes.

No projeto de requalificação do matadouro, os edifícios A00, A02 e B estão definidos no programa servirem para zona de estacionamento, biblioteca, museu, auditórios, escritórios e para acessos pedonais. A localização dos edifícios A00, A02 e B na planta geral encontra-se representada na imagem infra.



Corte tipo da cobertura do edifício B (source: Relatório Inspeção da BuildGest).  
Localização dos edifícios A00, A02 e B na planta geral.

## Conceção estrutural

A conceção estrutural adotada no presente projeto, foi efetuada tendo em consideração por um lado, as condicionantes arquitetónicas presentes nas plantas gerais de arquitetura, e por outro, os requisitos estruturais que permitem conferir às estruturas um bom desempenho estrutural.

Nos edifícios A02 e B as paredes de alvenaria de pedra granítica das fachadas são para preservar e serem reforçadas devido ao seu estado atual de conservação. Contudo, os restantes elementos interiores tais como pavimento térreo e paredes interiores serão para demolir de acordo com o projeto de demolições, quer seja devido ao seu mau estado de conservação quer seja devido ao projeto de Arquitetura.

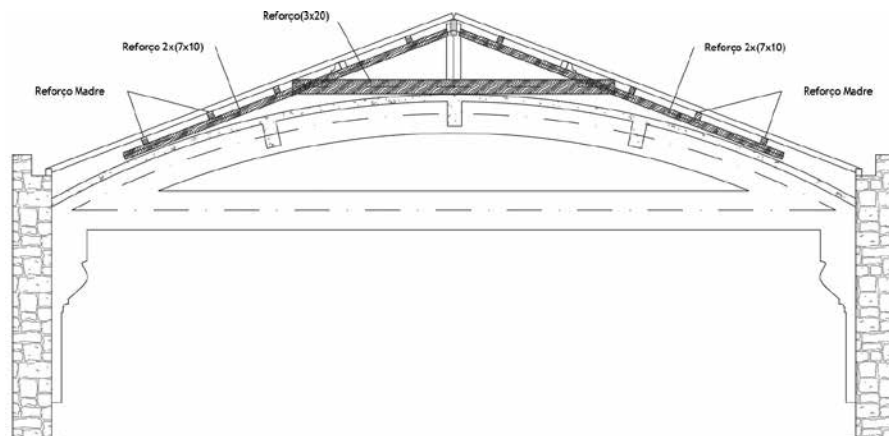
As paredes de alvenaria de pedra granítica, segundo o Relatório de Inspeção e Diagnóstico, apresentam uma espessura constante entre 50cm a 80cm levantamento. Estas paredes serão reforçadas através da gunitagem de uma camada de betão armado com 6cm de espessura pelo exterior das paredes.

O edifício A00 será constituído por pilares, núcleos, muros e paredes de alvenaria granítica das fachadas Norte e Oeste como elementos verticais e de travamento do edifício, os mesmos suportam lajes dos pisos 0, 1, 2, 3 e cobertura. O pavimento dos pisos 0, 1, 2 e 3 são constituídos por uma solução de laje maciça fungiforme com capiteis e bandas maciças e vigas de bordo. Relativamente à cobertura, a mesma é constituída por três soluções distintas, na zona de maior vão, será ser constituída por uma solução com deck, com uma espessura total de 0,13m, suportadas por perfis metálicos

PRS com alturas entre 0,50m e 1,00m, a segunda solução é devido à implementação de uma claraboia e será preconizada através de uma malha de tubos metálicos, a restante cobertura, será constituída por laje maciça com capiteis e bandas. A espessura das lajes varia entre 0,28m 0,30m e 0,35m. A espessura dos capiteis e das bandas varia entre 0,40m e 0,60m.

O edifício A02 é constituído pelas paredes de alvenaria gravítica reforçadas e por pórticos, vigas e pilares, existentes como elementos verticais e de travamento do edifício, os mesmos suportam a cobertura. O pavimento do piso 0 é constituído por uma solução de laje maciça fungiforme com capiteis. Relativamente à cobertura, a solução existente é para manter, tendo de ser realizados os trabalhos de manutenção e requalificação dos respetivos elementos de acordo com as peças desenhadas.

O edifício B é constituído pelas paredes de alvenaria gravítica reforçadas como elementos verticais e de travamento do edifício, os mesmos suportam a cobertura. O piso térreo será constituído por uma laje maciça. A cobertura existente é constituída por uma laje vigada de betão armado em arco de suporte de um sistema de asnas de madeira que constituem o sistema de distribuição da carga da cobertura de duas águas para os elementos verticais. Na figura infra, encontra-se representado o esquema de reforços da cobertura, que consiste, em reforços das linhas com uma viga (0.07x0.10) de cada lado da perna existente e reforço da linha com uma viga (0.03x0.20) de lado na viga existente. As madres da cobertura são reforçadas diminuindo a largura de influência para no máximo 1,00m, através da aplicação de vigas com secção idêntica das madres existentes.



Pormenor de reforço da cobertura do Edifício B.

Ao longo do edifício A00, irão arrancar alguns dos pilares da cobertura geral do matadouro. Os pilares da cobertura encontram-se localizados nas vigas de suporte da cobertura com perfis PRS ou no alinhamento vertical dos pilares da estrutura do A00, de forma a transmitir os esforços para as fundações.

O piso -1 do edifício A00 será preconizado com uma solução de muros betonados in situ e duas cortinas de estacas com 500 mm de diâmetro nas zonas onde a cave fica mais próxima do limite do lote e do edifício B. Estas cortinas serão autoportantes sendo que, no caso da cortina mais próxima do edifício B será necessário escorar



Execução das escavações para os edifícios com piso de cave - edifícios HR e AB



temporariamente a viga de coroamento com recurso a perfis tubulares CHS168.3x8.

Após a realização das cortinas, cuja plataforma inicial de trabalho estima-se estar à cota do piso 0 adicionado de 70cm, irá executar-se a escavação até à plataforma de trabalho definida em projeto à cota 72.25.



## Fundações

A través da análise do Relatório Geológico e Geotécnico, ao tipo de terreno existente na cota das fundações, são previstas fundações diretas através de sapatas, ligadas por uma laje de ensoleiramento, não ultrapassando para a combinação de ações característica a tensão admissível de 500 kPa, para as cotas de fundação mais elevadas 300 kPa. A adoção da laje de ensoleiramento no piso -1 é devido à presença de nível freático. Para atingir as cotas do maciço horizonte de fundação no caso dos pilares que se encontram fora do limite da cave recorreu-se à execução de poços de betão ciclópico.

A laje de fundação do edifício A00, terá uma espessura de 0,25m, tendo os capiteis nas bases dos pilares e das paredes, com as espessuras representadas nas peças desenhadas.

Os parâmetros de cálculo de cálculo adotados encontram-se presentes de seguida:

$$\phi' = 30^\circ ; k_a = 0.333 ; k_0 = 0.500 ; \gamma_{solo} = 19 \text{ KN/m}^3$$



Fundações - imagens de obra



Reforço fundações existentes

# Materiais

os materiais adotados no projeto das estruturas estão de acordo com a NP EN 206-1 E NP EN 10025.

## Betão Armado em Elementos Estruturais

- Sapatas, Lajes de Fundação e Vigas de Fundação  
→ C30/37; XA2(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Estacas e viga de coroamento  
→ C30/37; XA2(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Muros Suporte (c/Aditivo Hidrófugo)  
→ C30/37; XC2(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Betão para Reforço Estrutural  
→ C30/37; XC3(P); CI 0.40; Dmáx 12; S3
- Núcleos / Paredes  
→ C30/37; XC3(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Pilares → C30/37; XC3(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Restantes Elementos Estruturais  
→ C30/37; XC3(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Lajes / Vigas  
→ C30/37; XC3(P); CI 0.40; Dmáx 22; S3
- Betão de Limpeza ou regularização  
→ C16/20; X0(P); CI 1.00; Dmáx 22; S3

O betão dos elementos existentes foi, segundo o relatório dos ensaios ao betão realizados pela BuildGest, estimado como betão de classe C20/25.

## Aço em Elementos de Betão Armado

- Varões → A500 NR (LNEC E450:2010)
- Redes Electrosoldadas  
→ A500 EL (LNEC E458:2011)
- Chumbadouros → Classe 8.8

## Aço em Elementos de Estruturas Metálicas

- Perfis Laminados e Chapas  
→ S275 JR (NP EN 10025)
- Parafusos → Classe 8.8 (DIN 6914)
- Porcas → Classe 8 (DIN 6915)
- Anilhas → EN 14399-5
- Chapa Haircol 59 S → S320 GD (NP EN 10326)

## Madeira em Elementos de Estruturas Madeira

- Vigas → Classe E (C18) (NP 4305)

## Recobrimentos de Armaduras

- Elementos de Fundação → 4.50cm
- Estacas → 7.50cm
- Muros Suporte (face em contacto com o terreno)  
→ 4.00cm
- Muros Suporte (face sem contacto com o terreno)  
→ 3.50cm
- Pilares / Núcleos / Paredes e Vigas em geral  
→ 3.50cm
- Lajes maciças e Pavimento Térreo → 3.00cm
- Restantes Elementos Estruturais → 3.50cm

## Cargas

### Cargas Permanentes

Pesos Próprios

- $\gamma$  Betão Armado 25.00 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma$  Betão Leve 10.00 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma$  Aço 77.00 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma$  Paredes Exteriores 24.00 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma$  Madeira 6.00 kN/m<sup>3</sup>

Restantes Cargas Permanentes

As restantes cargas permanentes foram consideradas no projeto de estruturas e fundações com os seguintes valores:

- Zona de Museu e Biblioteca 5.50 kN/m<sup>2</sup>  
Incluindo acabamentos;  
Incluindo cargas suspensas (0.50 kN/m<sup>2</sup>);
- Estacionamento 2.50 kN/m<sup>2</sup>  
Incluindo acabamentos;  
Incluindo cargas suspensas (0.50 kN/m<sup>2</sup>);
- Zona Técnica 3.00 kN/m<sup>2</sup>  
Incluindo acabamentos;  
Incluindo cargas suspensas (0.50 kN/m<sup>2</sup>);
- Coberturas 4.50 kN/m<sup>2</sup>

Incluindo equipamentos  
Incluindo cargas suspensas (0.50 kN/m<sup>2</sup>);

### Cargas Variáveis

#### Sobrecargas

As sobrecargas que foram consideradas no projeto da estrutura são segundo o Regulamento de segurança e Acções em Estruturas e são as seguintes:

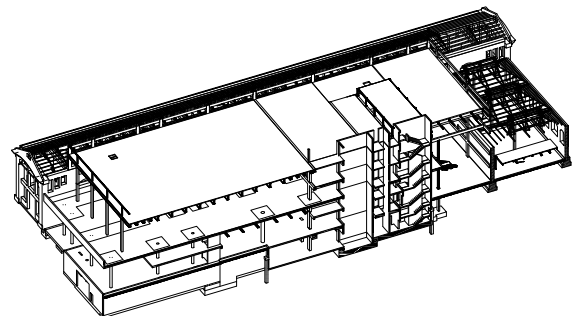
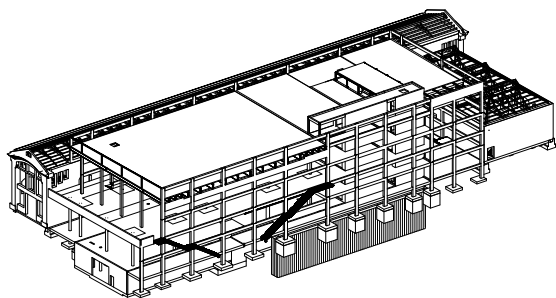
- . Coberturas não acessível 0.40 kN/m<sup>2</sup>
- . Coberturas acessível 3.00 kN/m<sup>2</sup>
- . Escritórios 4.00 kN/m<sup>2</sup>
- . Estacionamento 2.50 kN/m<sup>2</sup>
- . Áreas comuns 3.00 kN/m<sup>2</sup>

#### Vento

A ação do vento foi considerada de acordo com Eurocódigo 1 (NP EN 1991-1-4) que define as diretrizes para as ações do vento em estruturas de edifícios e pontes. Os parâmetros de ação do vento adotados na análise estrutural são os seguintes:

- . Zona: A;
- . Tipo de Terreno: IV;
- .  $V_{b,0} = V_b = 27$  m/s;
- .  $Z_0 = 1.00$ ;
- .  $Z_{min} = 15$ ;
- .  $Z < 200$ m.

Os fatores de combinação para ação vento são os seguintes:  $\psi_0=0.6$ ,  $\psi_1=0.2$  e  $\psi_2=0.0$  (NP EN 1990).



### Ação Sísmica

A ação sísmica foi considerada de acordo com o Eurocódigo 8 que define as diretrizes para as ações em estruturas de edifícios e pontes.

Os parâmetros da ação sísmica adotados na análise estrutural são os seguintes, ainda a serem confirmados pelo relatório geotécnico:

- . Localização: Porto, Portugal;
- . Tipo de Solo: A;
- . Classe de Importância: III;
- . Coeficiente de Comportamento: 1.5;
- . Amortecimento: 5%.



Reforço paredes existentes

# Projeto de Acústica

## Envolvente Próxima

O futuro empreendimento insere-se numa zona urbana perfeitamente consolidada na qual se verifica a existência de diversos recetores sensíveis, nomeadamente habitações que implicam em termos legais condicionamentos à introdução de novas fontes de ruído.

De acordo com os Artigos 3.º, 6.º e 11.º do RGR, e com base em informações disponibilizadas pela Câmara Municipal do Porto, entende-se que o local no qual se pretende instalar esta atividade se encontra implantado numa ZONA MISTA.

O funcionamento do empreendimento / atividade ruidosa permanente abrange previsivelmente os períodos de referência Diurno, Entardecer e Noturno definidos no RGR.

Pretende-se a verificação dos requisitos mínimos exigíveis pela legislação aplicável ao edifício, admitindo-se um nível de conforto acústico superior onde tal se revele adequado com o programa estabelecido.

Nesta fase o edifício será desenvolvido apenas como

“Core & Shell” não obstante as exigências regulamentares terem de ser verificadas.

No que toca ao Espaço Educativo, entende-se que a sua utilização será como espaço de trabalho multidisciplinar pelo que se considera o espaço equiparado a um espaço de escritório em termos de requisitos regulamentares.

Relativamente ao Espaço Performance, prevê-se um programa de utilização abrangente e de natureza diversa. Serão tomadas algumas medidas por forma a dotar o espaço de condições acústicas favoráveis à sua utilização.

Como suporte ao desenvolvimento do projeto de condicionamento acústico foi elaborado a pedido do cliente um relatório sobre ruído ambiente no terreno, relatório 0103RA121 efetuado pelo laboratório de ensaios acústicos ADESUS, tendo sido medidos níveis sonoros em 4 pontos conforme imagem na página seguinte.

Genericamente as principais fontes de ruído no local foram identificadas como sendo o tráfego rodoviário Via



Extrato da Carta de Zonamento Acústico da Câmara Municipal do Porto com identificação do local de implantação do edifício proposto



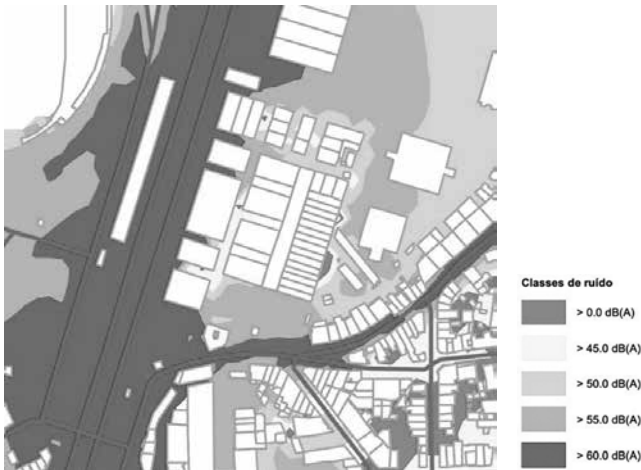
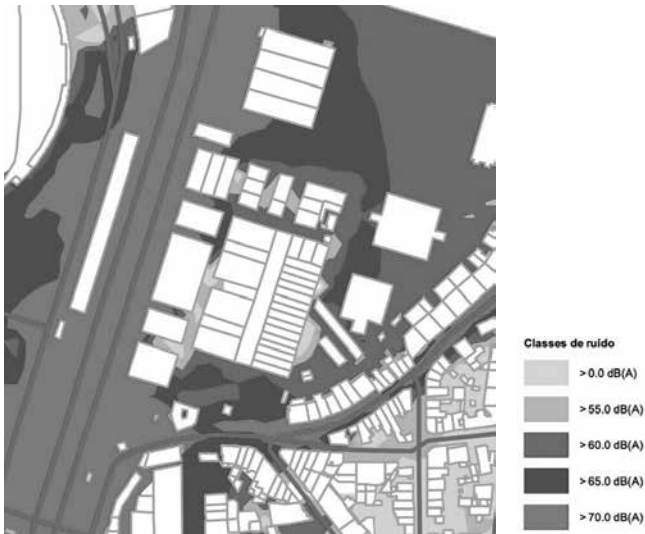
Imagem com identificação dos locais aproximados de medição dos níveis de ruído no terreno

de Cintura Interna, tráfego ferroviário (metro e comboio) e, particularmente no ponto 1, tráfego rodoviário na Rua São Roque da Lameira.

De notar que os níveis de ruído medidos no terreno confirmam em termos genéricos a informação constante nos Mapas de Ruído elaborados pela Câmara Municipal do Porto, com exceção do Ponto 1 no qual se verifica uma diferença de cerca de 5dB, a qual se atribui a um potencial menor ruído de tráfego na Rua São Roque da Lameira durante o período de pandemia que se vive

atualmente e, particularmente, durante os dias em que foram efetuadas as medições (22 e 23 de Dezembro de 2020).

Apresentam-se seguidamente os extratos relevantes dos mapas de ruído da Câmara Municipal do Porto, incluindo o lote do Matadouro.



Extrato do Mapa do Ruído da Câmara Municipal do Porto incluindo o local de implantação do edifício proposto - L<sub>den</sub>

Extrato do Mapa do Ruído da Câmara Municipal do Porto incluindo o local de implantação do edifício proposto - L<sub>n</sub>

# Informação de referência

Para a elaboração deste projeto destaca-se a análise da seguinte informação de referência:

- Peças desenhadas de Arquitetura;
- Informação diversa disponibilizada pelo cliente.

## 1. Requisitos de desempenho acústico

Enunciam-se neste ponto o conjunto de requisitos legais e de critérios de conforto acústico utilizados para a especificação das soluções técnicas definidas neste projeto.

O articulado legal que estabelece as exigências a observar numa situação desta natureza encontra-se definido no Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007 de 16 de Março, e alterado pelo Decreto-lei n.º 278/2007 de 1 de Agosto.

Complementarmente, e no que respeita ao edificado, é aplicável o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho e alterado pelo Decreto-Lei n.º 95 /2019 de 18 de Julho.

De uma forma resumida, enquanto o RGR enquadra as questões relacionadas com a emissão de ruído para o exterior e de incomodidade para recetores sensíveis, o RRAE define níveis de desempenho para os edifícios em função do(s) uso(s) a que os mesmos se destinam.

## 2. Princípios de cálculo

A modelação acústica com precisão razoável do espaço edificado e da sua interação com o ambiente exterior depara-se com dificuldades de várias ordens, designadamente as associadas à complexidade dos fenómenos físicos em causa ou, num plano mais prático, a aspetos como a ausência de ensaios laboratoriais para a maioria das soluções construtivas utilizadas na construção ou até a influência da qualidade da mão-de-obra no desempenho final.

O dimensionamento das soluções técnicas destinadas a assegurar o cumprimento dos termos de referências definidos no §2 será efetuado com base nesse corpo normativo e complementado por bibliografia de referência no domínio da Acústica Ambiental e de Edifícios.

Importa ainda referir que o conjunto de normas supramencionadas contém inúmeras alusões a diversas outras normas de referência, particularmente no domínio das medições laboratoriais, quer in situ quer em câmara reverberante (laboratório), cuja enunciação neste documento seria fastidiosa, embora tenham sido consideradas neste documento.

## 3. Soluções acústicas

Apresentam-se neste ponto os principais princípios de intervenção e soluções da especialidade de acústica que serão desenvolvidos em fases subsequentes de projeto.

### 3.1. Isolamento Sonoro a Ruídos Exteriores

#### 3.1.1. Objetivos da Intervenção Acústica

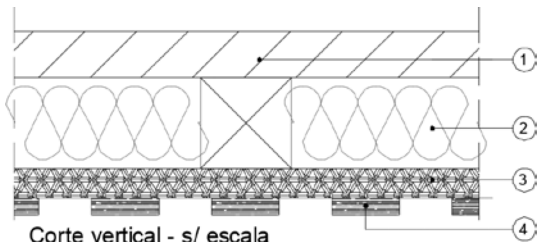
Isolamento sonoro a sons de condução aérea entre o exterior e o interior

#### Cobertura

Reabilitação da cobertura em telha cerâmica, incluindo subtelha e impermeabilização.

Introdução de lâ de rocha com 80mm de espessura entre barrotes de suporte da cobertura sobre placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura e acabamento em madeira a definir pela Arquitetura.

Isolamento sonoro da cobertura estimado  $R_w \geq 30$  d



### Corte vertical - s/ escala

- 1 - Telhado em telha cerâmica segundo Arquitetura
- 2 - Lã de rocha com 80mm de espessura
- 3 - Aglomerado de aparas de madeira com 25mm de espessura
- 4 - Forro arquitetônico em madeira

## Fachadas

Genericamente, a proposta de Arquitetura passa pela reabilitação das fachadas existentes, em alvenaria de pedra ou tijolo ou alvenarias novas, com a inclusão de isolamento térmico pelo exterior, garantindo um índice de isolamento sonoro  $R_w \geq 45$  dB.

O desempenho será sobretudo condicionado pelos vãos exteriores (conjunto vidro e caixilharia), cujas características recomendadas se enunciam seguidamente - soluções a compatibilizar com a especialidade de térmica.

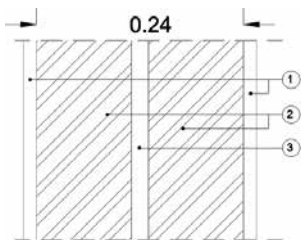
Ve O1: conjunto vidro e caixilharia garantindo um índice de redução sonora  $R_w \geq 30$ dB

Ve O2: conjunto vidro e caixilharia garantindo um índice de redução sonora  $R_w + C_{tr} \geq 31$ dB

### 3.1.2. Caracterização Geral das Soluções

#### Pr01

Parede dupla em alvenaria de tijolo de 11cm de espessura, separadas por caixa de ar com 20mm de espessura, com acabamento a definir pela Arquitetura, garantindo índice de isolamento sonoro da parede  $R_w \geq 47$ dB.



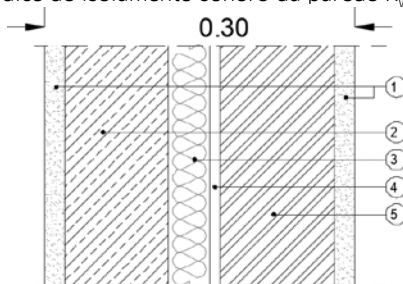
### Corte vertical - s/ escala

- 1 - Acabamento segundo Arquitetura
- 2 - Tijolo vazado com 11cm de espessura
- 3 - Espaço livre com 20mm de espessura

Nota: ainda que não existam requisitos de isolamento sonoro a especificar, sugere-se a utilização da Pr O1 sempre que possível, nomeadamente na separação entre espaços (ver Arquitetura).

#### Pr02

Parede dupla em alvenaria, formada por um pano de bloco de betão maciço (ou maciçado em obra) com 10cm de espessura e outro em tijolo com 11cm de espessura, separadas por caixa de ar com 50mm de espessura parcialmente preenchida com lã de roca com 40mm de espessura, rebocada em ambas as faces, garantindo índice de isolamento sonoro da parede  $R_w \geq 54$ dB.



### Corte vertical - s/ escala

- 1 - Reboco com 20mm de espessura
- 2 - Bloco de betão maciço (ou maciçado em obra) com 10cm de espessura
- 3 - Lã de rocha com 40mm de espessura
- 4 - Espaço livre com 10mm de espessura
- 5 - Tijolo com 11cm de espessura
- 6 - Reboco com 20mm de espessura

### 3.1.3. Condições Técnicas de Execução

A aplicação das soluções escolhidas deverá seguir as indicações dos fabricantes de forma a garantir o desempenho definido.

Os paramentos deverão estender-se entre as lajes estruturais de piso, isto é, desde a laje de pavimento à laje de teto.

Utilização de reboco de cimento e areia com densidade não inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

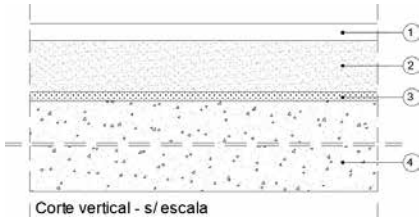
Assentamento com a argamassa a refluir nas juntas verticais e horizontais, ambas com cerca de 1cm de espessura.

Impedir acumulações de argamassa entre os dois panos de modo a impedir a materialização de pontes acústicas

Não deverá existir qualquer ligação rígida entre as parede de alvenaria com os elementos estruturais da envolvente.

*Pormenores de assentamentos de panos de parede de alvenaria em banda dessoldarizante*





Corte vertical - s/ escala

- 1 - Revestimento segundo Arquitetura
- 2 - Enchimento segundo Arquitetura
- 3 - Tela resiliente com 10mm de espessura
- 4 - Laje de pavimento

### 3.1.4. Condições Técnicas de Execução

A aplicação das soluções escolhidas deverá seguir as indicações dos fabricantes de forma a garantir o desempenho definido.

Juntas na tela resiliente deverão colmatadas com fita adesiva que garanta a estanquidade e previna a solidarização do enchimento com elemento de base. Perimetralmente, deverá ser instalada banda acústica de dessolidarização da laje com as paredes da envolvente.

Os rodapés não deverão estar em contacto com o acabamento de pavimento, devendo manter uma separação de pelo menos 5mm, a qual poderá ser preenchido com cordão elástico (mástique).

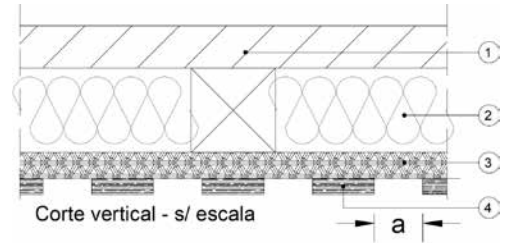
### 3.1.5. Soluções Comerciais

Tela resiliente em espuma de polietileno de célula fechada com 10mm de espessura e redução de transmissão a sons de percussão  $\Delta LW$  19dB tipo CHOVA IMPACT 10 ou equivalente.

## 4. Condicionamento Acústico Interior

### 4.1. Objetivos das Intervenções Acústicas

Cobertura conforme definido anteriormente, incluindo a reabilitação da cobertura em telha cerâmica, incluindo subtelha e impermeabilização; introdução de lâ de rocha com 80mm de espessura entre barrotes de suporte da cobertura sobre placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura. Acabamento em réguas de madeira a definir pela Arquitetura, com espaçamento entre as réguas permitindo área de abertura superior a 15% da área de teto, garantindo coeficientes de absorção  $\alpha_w \geq 0,65$

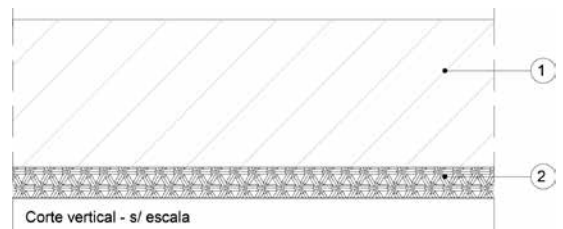


\*a - open area  $\geq 15\%$

- 1 - Telhado em telha cerâmica segundo Arquitetura
- 2 - Lã de rocha com 80mm de espessura
- 3 - Aglomerado de aparas de madeira com 25mm de espessura
- 4 - Forro arquitetónico em madeira

### Ta 01

Teto falso acústico formado por placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura, aplicadas em aderência, garantindo coeficientes de absorção  $\alpha_w \geq 0,60$ .



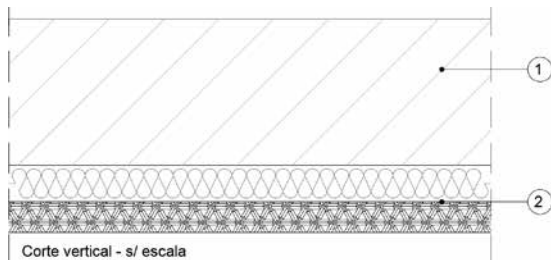
Corte vertical - s/ escala

- 1 - Laje de teto
- 2 - Aglomerado de aparas de madeira com 25mm de espessura

### Ta 02

Teto falso acústico formado por placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura incluindo lâ mineral com 30mm de espessura no tardez, formando caixa de ar com a laje segundo Arquitetura,

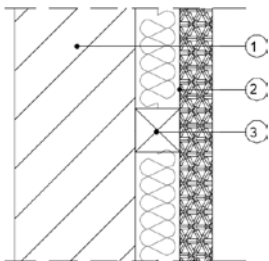
garantindo coeficientes de absorção  $\alpha_w \geq 0,90$ .



**Corte vertical - s/ escala**  
1 - Laje de teto  
2 - Aglomerado de aparas de madeira com 25mm de espessura, incluindo lâ de mineral no tardo

## Rv 02

Revestimento acústico de parede formado por placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura incluindo lâ mineral com 30mm de espessura no tardo, garantindo coeficientes de absorção  $\alpha_w \geq 0,90$ .



**Corte vertical - s/ escala**  
1 - Laje de teto  
2 - Aglomerado de aparas de madeira com 25mm de espessura, incluindo lâ de mineral no tardo  
3 - Estrutura de suporte em madeira/metal  
Nota: a aplicar nas paredes laterais do Espaço de Práticas Sociais 2,4m acima da cota do pavimento, segundo Arquitetura.

Espaços museológicos sem requisitos regulamentares a verificar, particularmente nos espaços Galeria e Museu e espaços de maior volume com permanência de pessoas, nomeadamente o Lobby, será também adequado o controlo da reverberação interna. Contudo, esta será uma questão a analisar em fase de Fit- Out.

### 4.1.1. Condições Técnicas de Execução

A aplicação da solução escolhida deverá seguir as indicações do fabricante de forma a garantir o desempenho definido.

Elementos complementares da solução a ser estudados por forma a enquadrar a solução de revestimento selecionada, ex. Luzes encastradas, painéis de acesso, etc.

### 4.1.2. Soluções Comerciais

Lã mineral com 80mm de espessura e  $70 \text{ kg/m}^3$  de densidade do tipo ROCTERM PN70 ou equivalente

Placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura do tipo CELENIT AB ou equivalente

Placas de aparas de madeira aglutinadas com cimento com 25mm de espessura incluindo lâ mineral no tardo do tipo CELENIT ACÚSTICO MINERAL ou equivalente

## Mc 01

$\leq 34 \text{ dB(A)}$  30

## 5. Considerações finais

O projeto de acústica desenvolvido e que se concretiza neste documento englobou o cumprimento das disposições legais aplicáveis a um espaço desta natureza bem como um conjunto de critérios de conforto definidos em conjunto com o cliente.

Privilegiou-se a definição de critérios de desempenho ao nível da especificação das soluções construtivas a utilizar de forma a permitir compatibilizar o seu comportamento técnico com as opções de carácter estético/formal a conferir ao edifício pela especialidade de Arquitetura.

Importa referir a importância da correta transposição das diversas informações constantes deste documento para os projetos das especialidades que possuem interação direta com a Acústica, com particular relevância para as de Arquitetura e AVAC.

No que respeita ao condicionamento acústico interior as soluções especificadas não se encontram ainda concluídas pois têm que ser devidamente coordenadas com a arquitetura.

Em síntese, diríamos que a observância dos critérios de desempenho e conjunto de soluções construtivas apresentadas permitem salvaguardar os requisitos de projeto definidos para o edifício em análise, estando consequentemente assegurada a conformidade regulamentar.

**MATADOURO**

Área: 26.192 m2

Tipo: Concurso Internacional, 1st prize

**DONO DE OBRA**

Mota-Engil Real Estate Portugal, S.A.

**LOCAL DE OBRA**

Matadouro da Corujeira

**GESTÃO DE PROJECTO**

Mota-Engil Engenharia e Construção, Portugal, SA

**COORDENAÇÃO**

KKAA

Kengo Kuma and Associates

OODA

Oporto Office for Design and Architecture

**PROJECTO DE ARQUITECTURA**

KKAA

Kengo Kuma and Associates

OODA

Oporto Office for Design and Architecture

**PROJECTO DE ARQUITECTURA PAISAGISTA**

Mota-Engil ATIV

**COORDENAÇÃO PROJECTOS DE ESPECIALIDADES**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**ESTRUTURAS**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**AVAC**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**TERMICA**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**ELECTRICIDADE | GAS | ITED**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**SEGURANCA CONTRA INCENDIOS**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

**CONDICIONAMENTO ACÚSTICO**

A400, Projectistas e Consultores de Engenharia, Lda

