

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”

João Appleton; Vasco Appleton

Rui Pombo; Maria Roquette; Eduardo Costa

15/11/2022



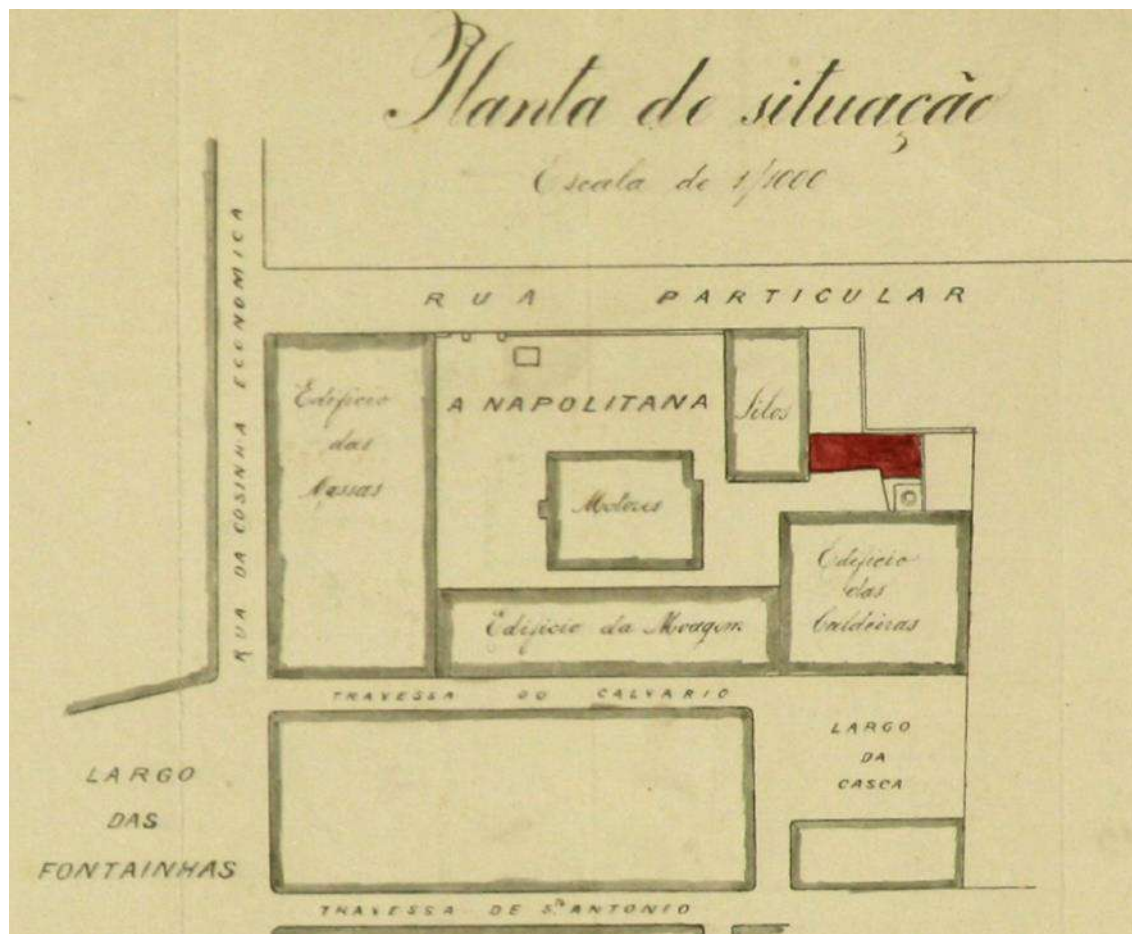
História



(Google Maps / Rua Maria Luísa Holstein, 2020)

- Terreno adquirido pela firma Gomes, Brito, Conceição, Reis & Companhia;
- Edifícios industriais construídos em 1908:
 - (Ed1) fábrica de massas alimentícias;
 - (Ed2) fábrica de moagens;
 - (Ed3) casa das máquinas;
 - (Ed4) silos/depósito de trigos.

História



(Arquivo Municipal de Lisboa, 1913 - Planta da situação)

- Entre 1910 e 1913: os Edifícios foram ampliados, ligados e construído armazém de farinhas;
- 1919: foi construída uma casa destinada ao guarda junto à entrada principal;
- 1926: a Companhia Industrial de Portugal adquiriu os edifícios;

História

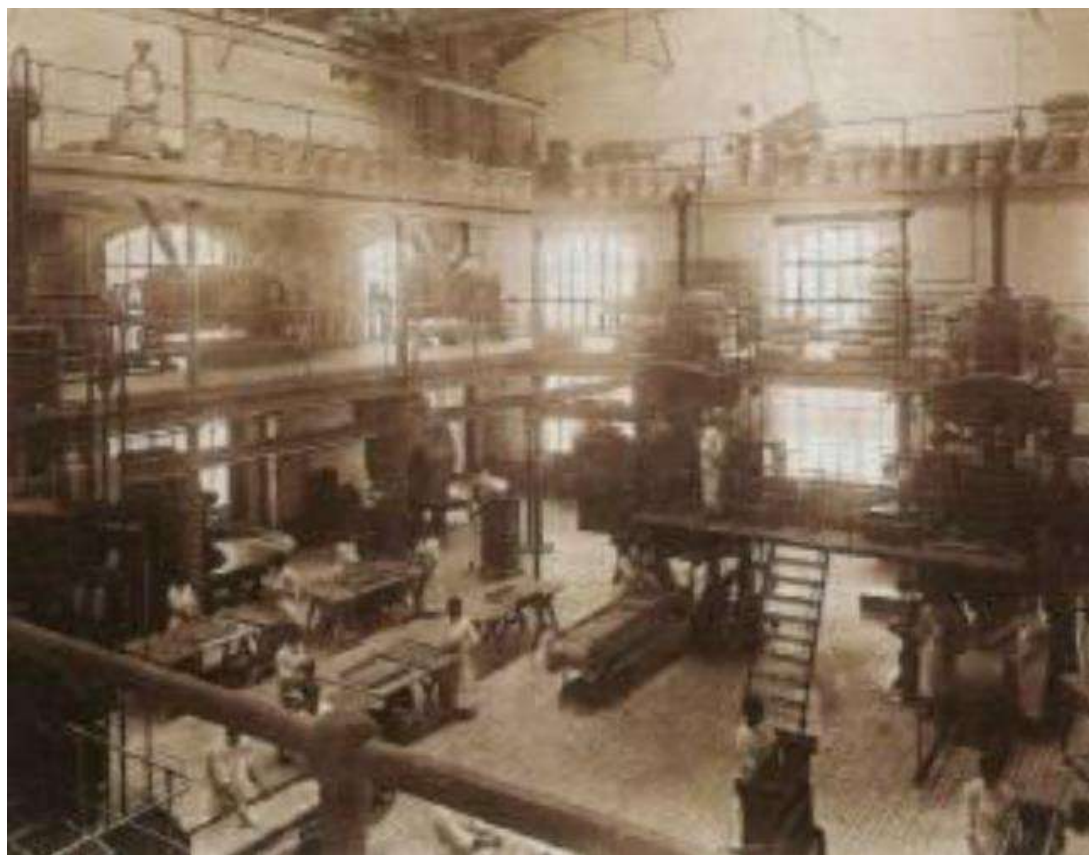
Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Fotografia Henrique Ruas – foto de arquivo)

- 1970 – Auchan adquire a propriedade e instala os seus escritórios até final de 2021;

História



(Interior do edifício de fabrico de massas (Ed1), gaveto – foto de arquivo)



(Armazém de farinhas (Ed1) – foto de arquivo)

História

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Motor na central termoelétrica (Ed3) – foto de arquivo)

História



(Imagem aérea – vista do lado sul)

- 2022 – Início de obra de reabilitação e ampliação para construção da nova Escola Internacional.

Sessão 5

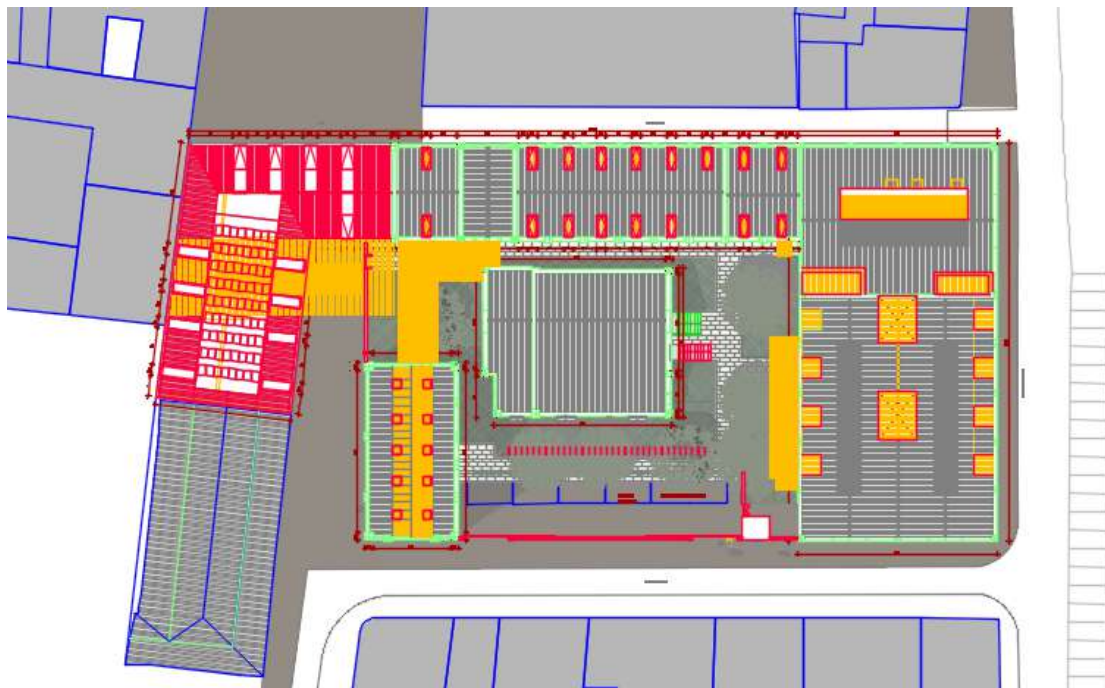
Reabilitação da Fábrica

“A Napolitana”

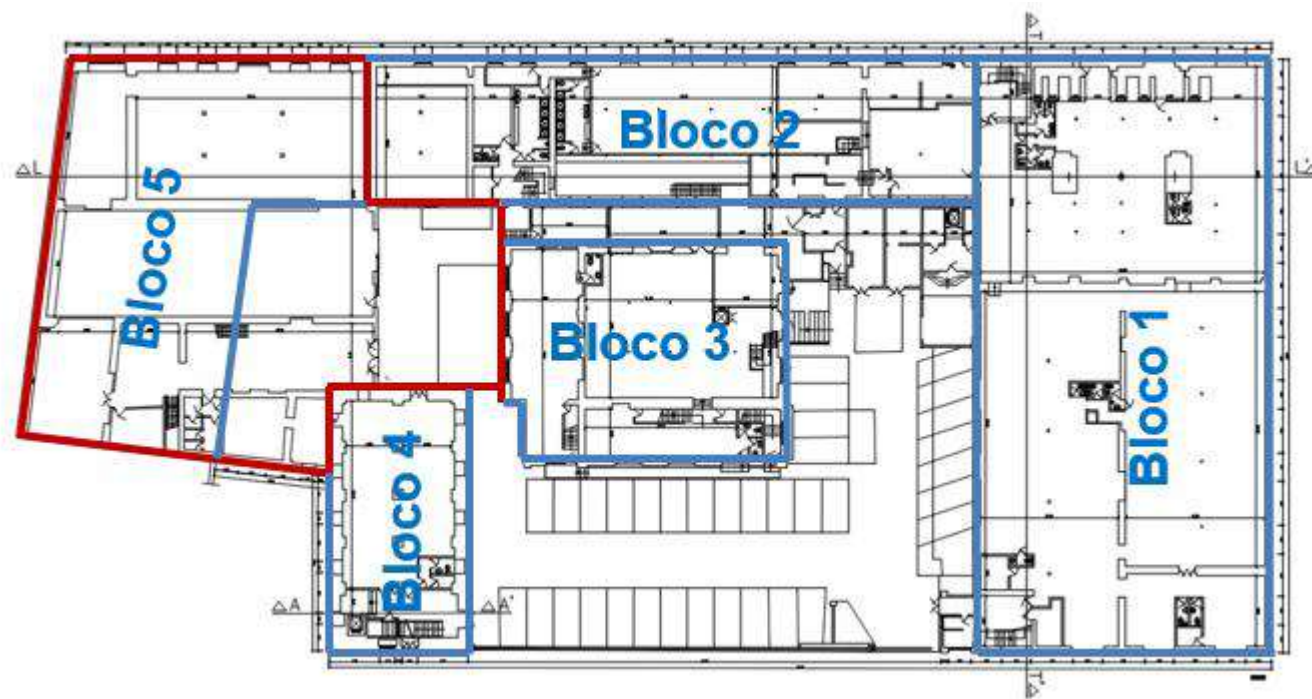
João Appleton

Rui Pombo

Intervenção - Introdução

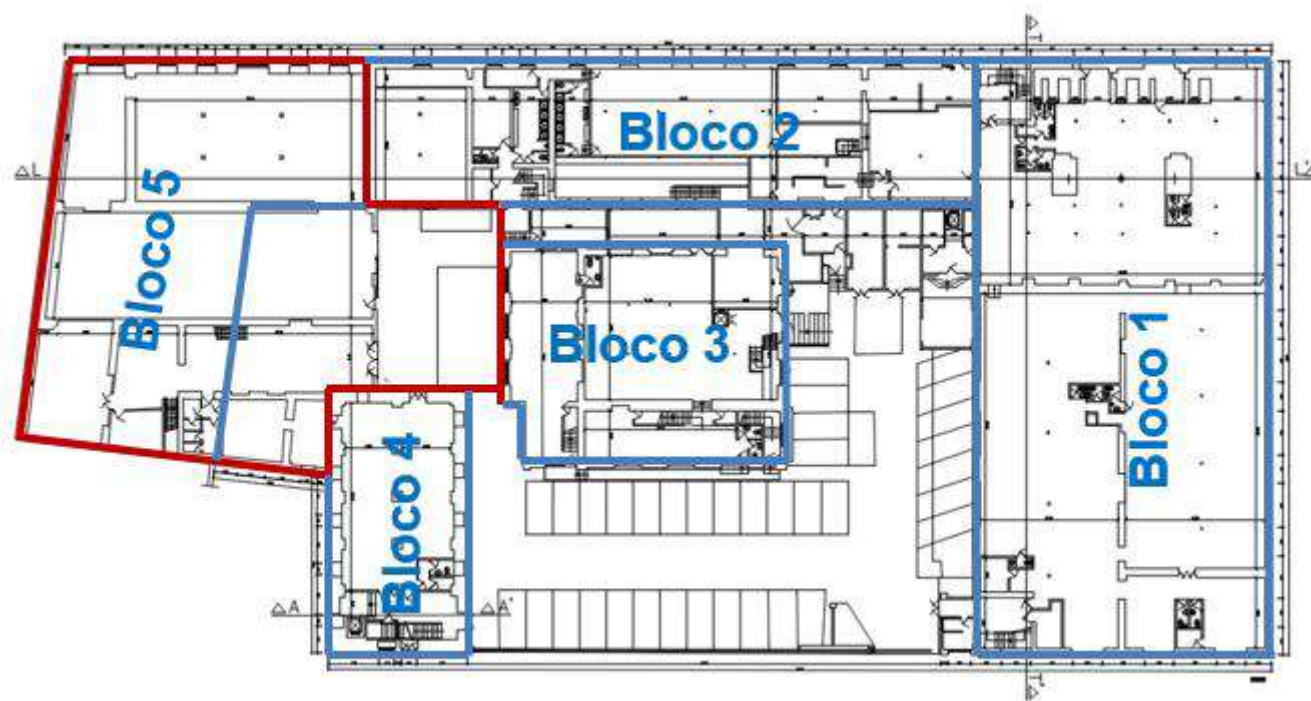


(Planta de implantação | Cores convencionais Arquitetura)



(Planta de levantamento do piso 0. Identificação dos edifícios da intervenção e da área de escavação para implantação do parque de estacionamento - vermelho)

Intervenção - Introdução



- Ed.1 (fábrica das massas) e Ed.2 (fábrica moagens) – objeto de reabilitação, mantendo-se fachadas e pavimentos;
- Ed.3 (casa das máquinas) e Ed.4 (silos) – alvo de demolição dos pavimentos interiores, mantendo-se fachadas e também as treliças da cobertura do Ed.3.

Intervenção - Introdução



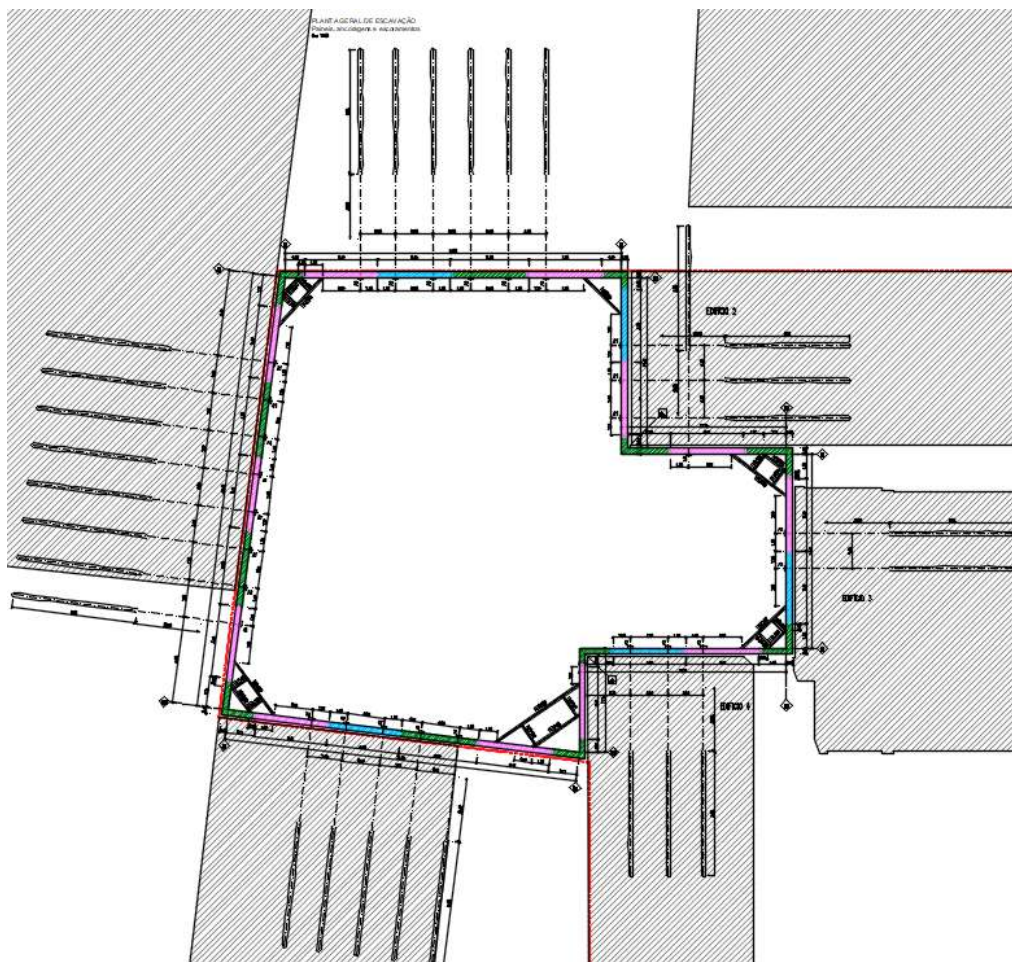
- Ed. 5 – edifício novo a construir do lado poente, após demolição integral das construções existentes (armazéns) + criação de novo arruamento, permitindo atravessamento do lote, ligando a Rua Maria Luísa Holstein à Travessa Teixeira Júnior.



(Novo edifício (Ed.5) – fotomontagens - Arquitetura)

15/11/2022

Intervenção - Introdução

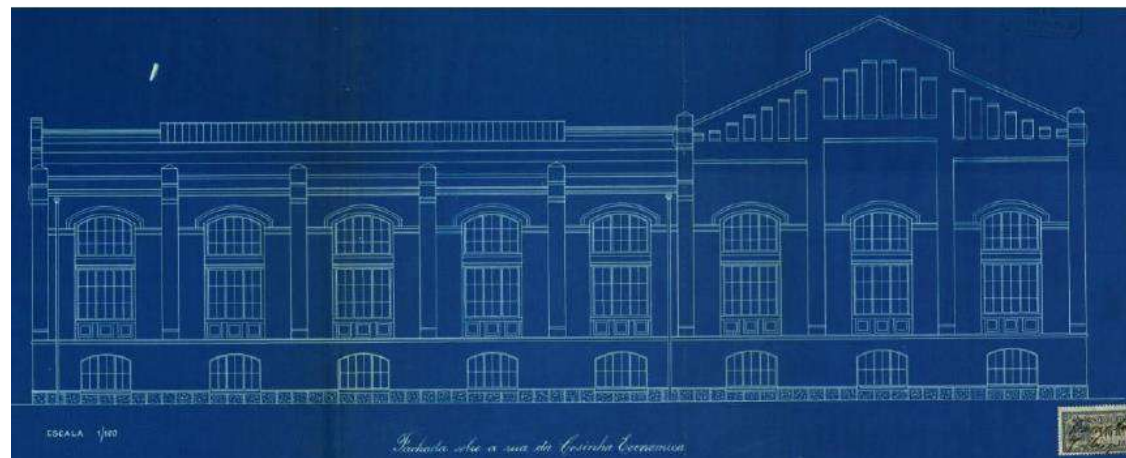
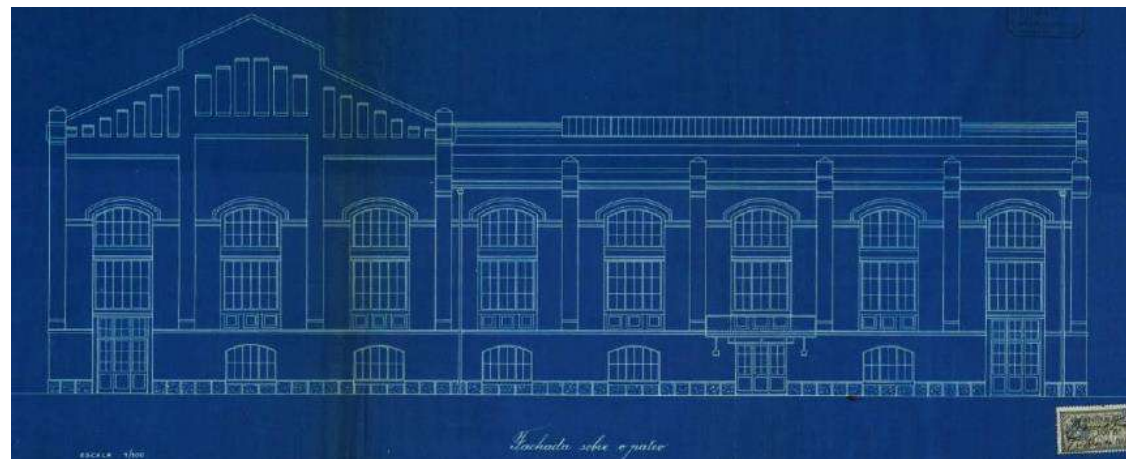
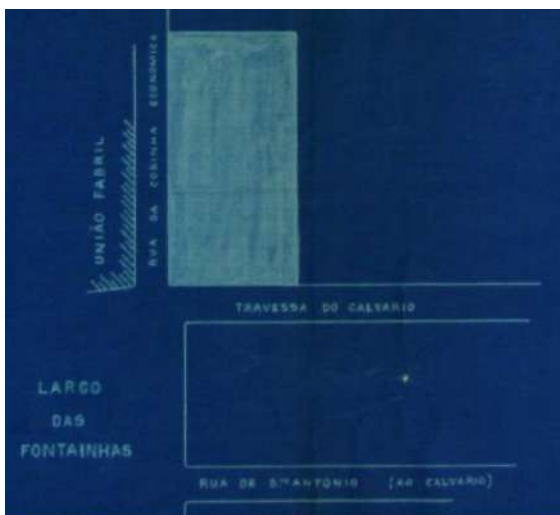


(Ed. 5 – Planta geral de escavação do parque de estacionamento)

- Ed. 5 – ergue-se sobre uma cave de embasamento destinada a estacionamento, com área de cerca de 1145m² que abrange toda a área de implantação do edifício 5, novo arruamento de atravessamento e, ainda, o espaço exterior do pátio da fábrica circundado pelos edifícios 4, 3 e 2.

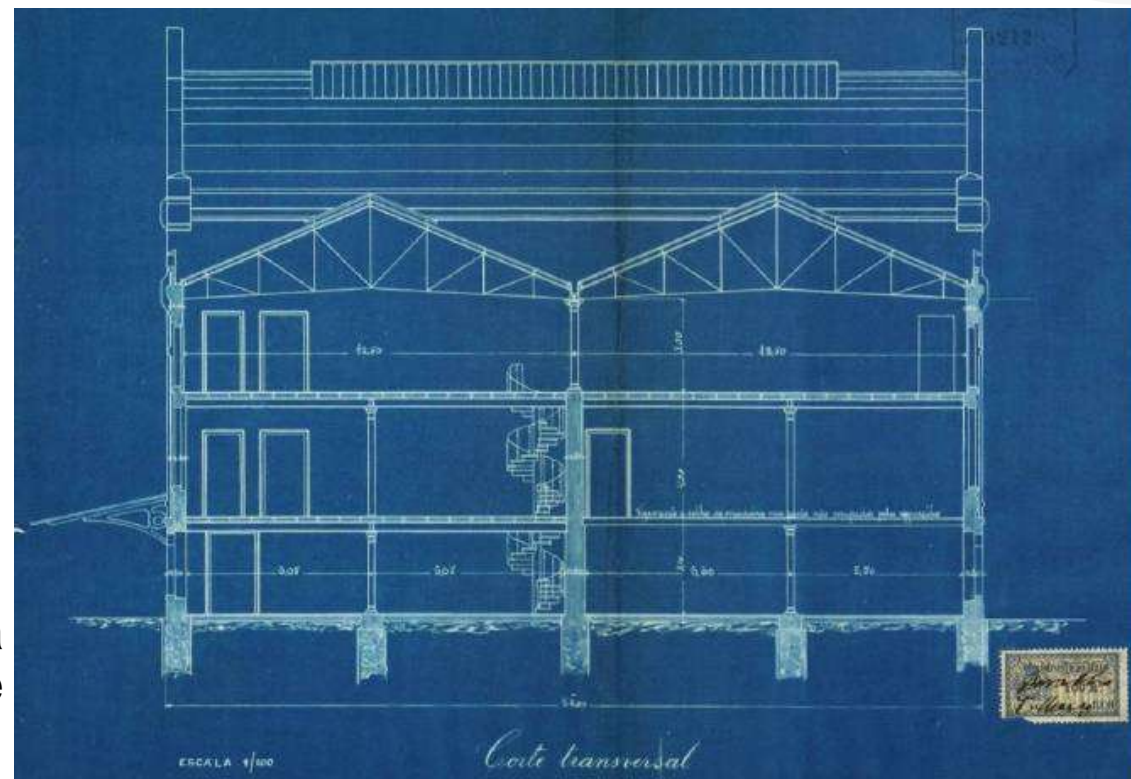
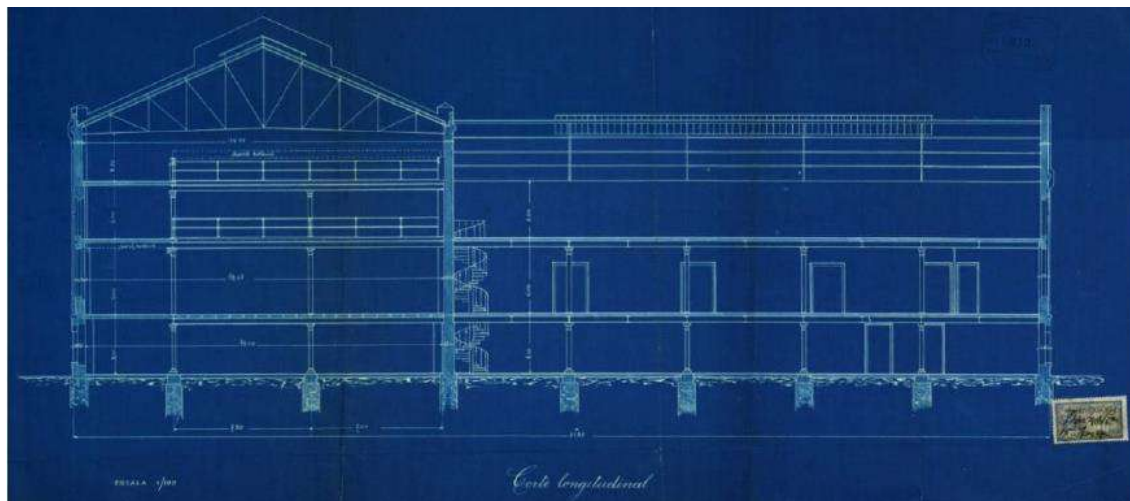
Estrutura Existente – Ed.1 (Fábrica massas)

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Ed.1 – Planta Localização | Fachada sobre o pátio | Fachada Rua da Cozinha Económica – AML, Obra 24497)

Estrutura Existente – Ed.1 (Fábrica massas)



Memória Descritiva do Projeto original:

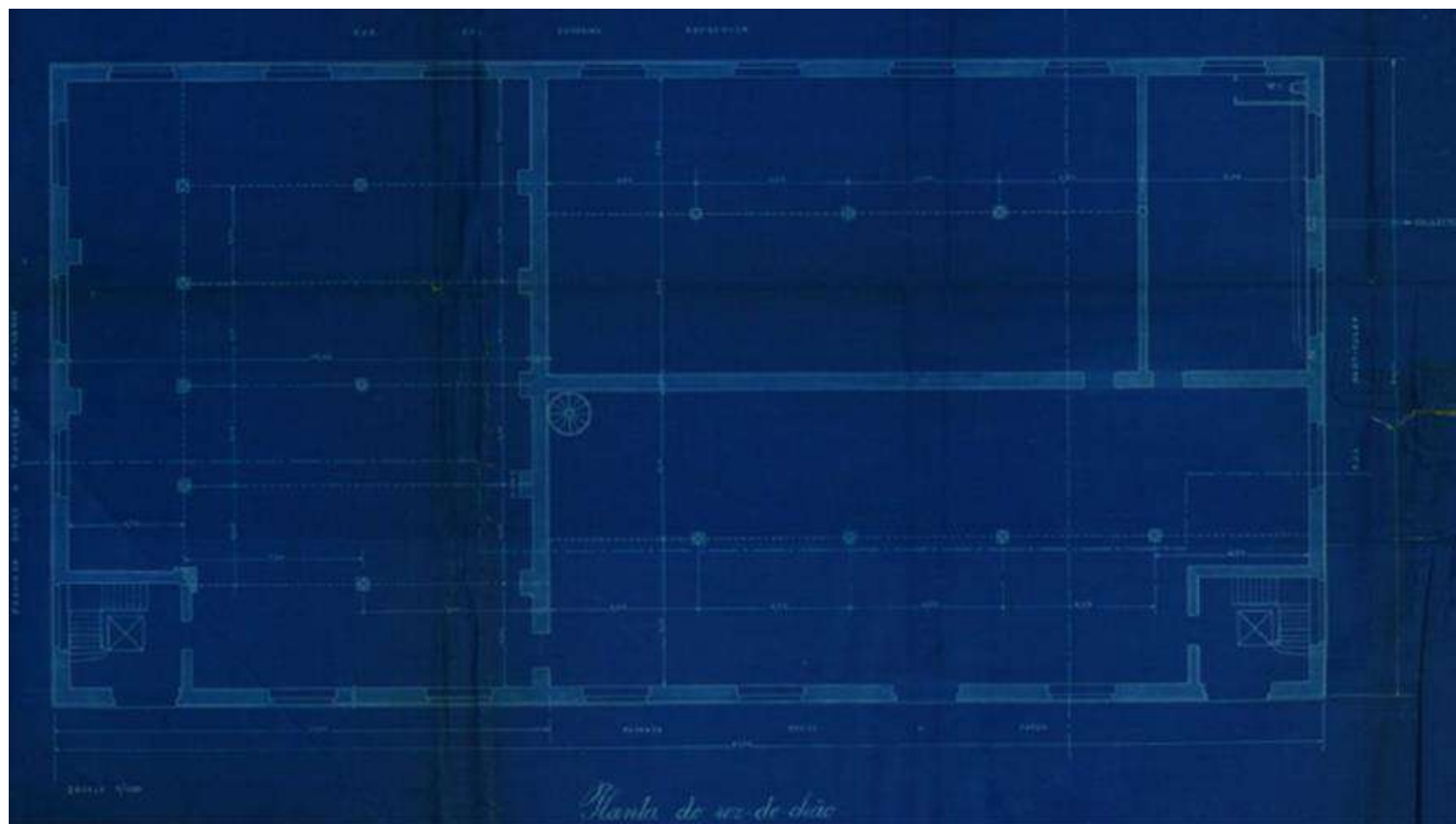
- Fundações das paredes de alvenaria hidráulica sobre estacaria de pinho, com base de betão de cascalho e argamassa de cimento;
- Elevação das paredes feita de tijolos sílico-calcários e argamassa de cal e areia;

(Ed.1 – Corte Longitudinal | Corte transversal – AML, Obra 24497)

Estrutura Existente – Ed.1 (Fábrica massas)

Memória Descritiva do Projeto original:

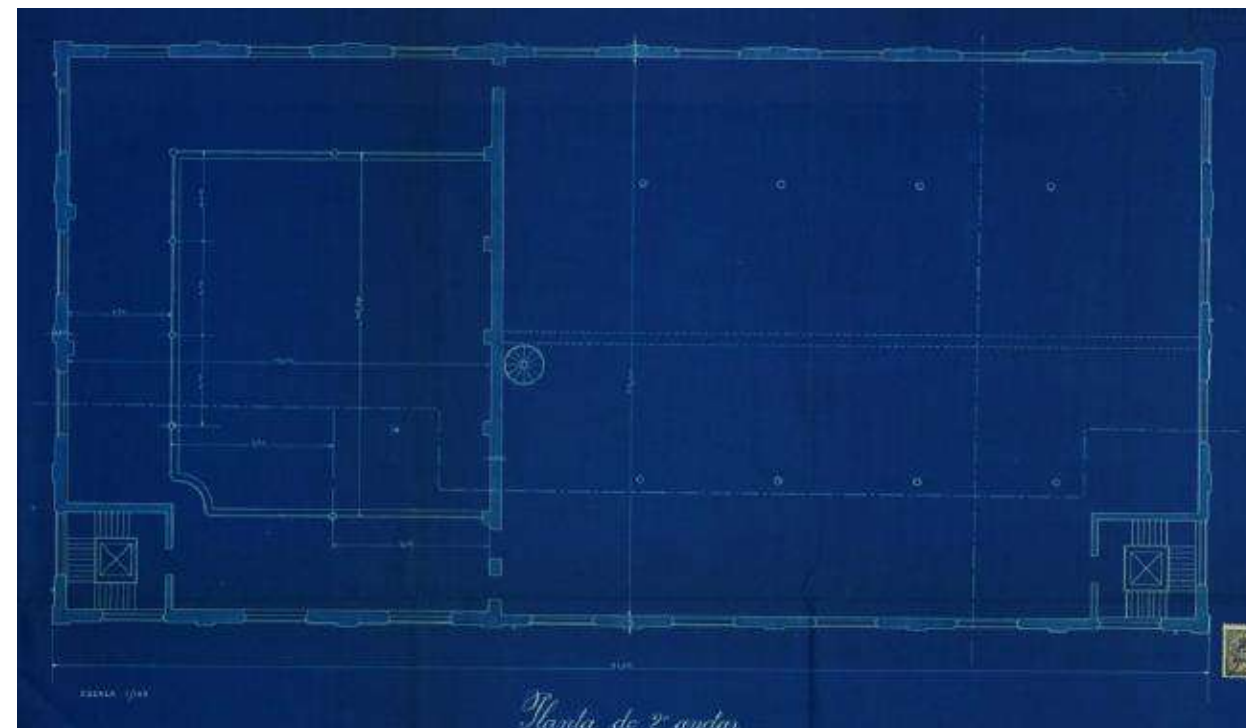
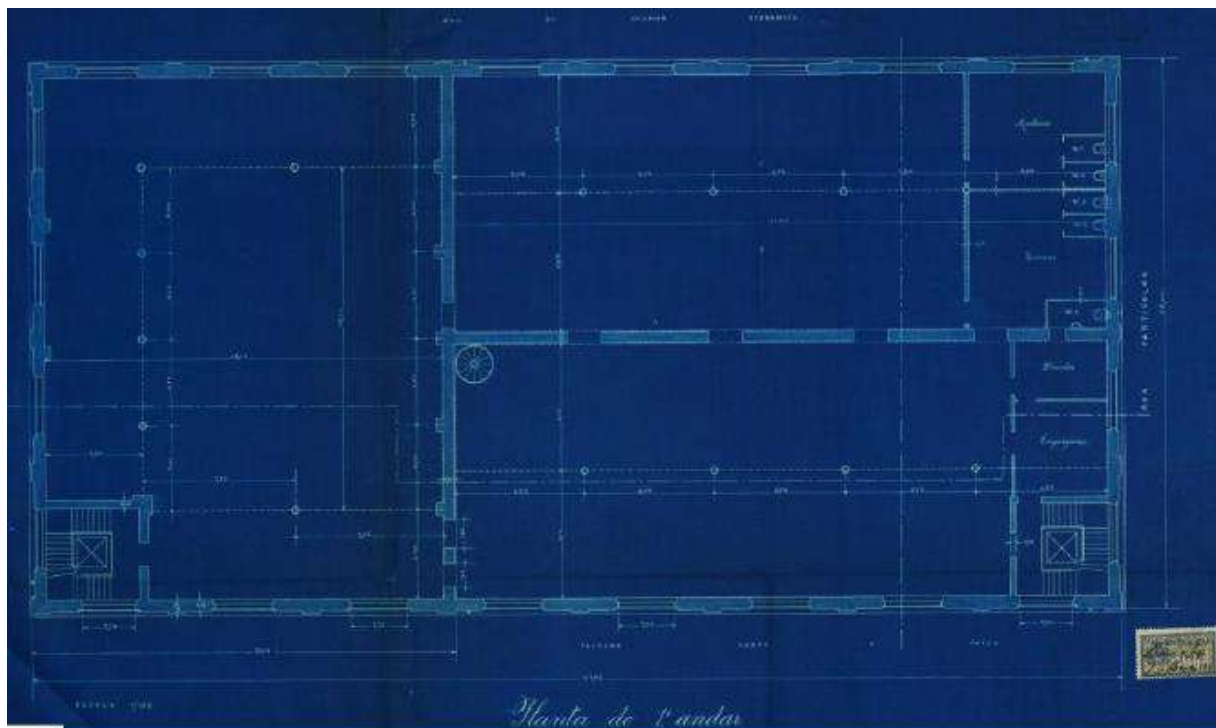
- Cobertura com asnas e madres de ferro, varedo, forro e ripa de madeira de casquinha ou pitch-pine e telhas tipo Marselha;
- Rés-do-chão com betonilha de cimento;
- Pavimento dos diversos andares serão formados por vigas mestras e vigotas de ferro I com abobadilhas levando betonilha na parte superior com exceção da sala das máquinas que terá ladrilhos mosaicos e uma parte do 1º andar que terá vigamento e solho de madeira.



(Ed.1 – Planta do rés-do-chão – AML, Obra 24497)

15/11/2022

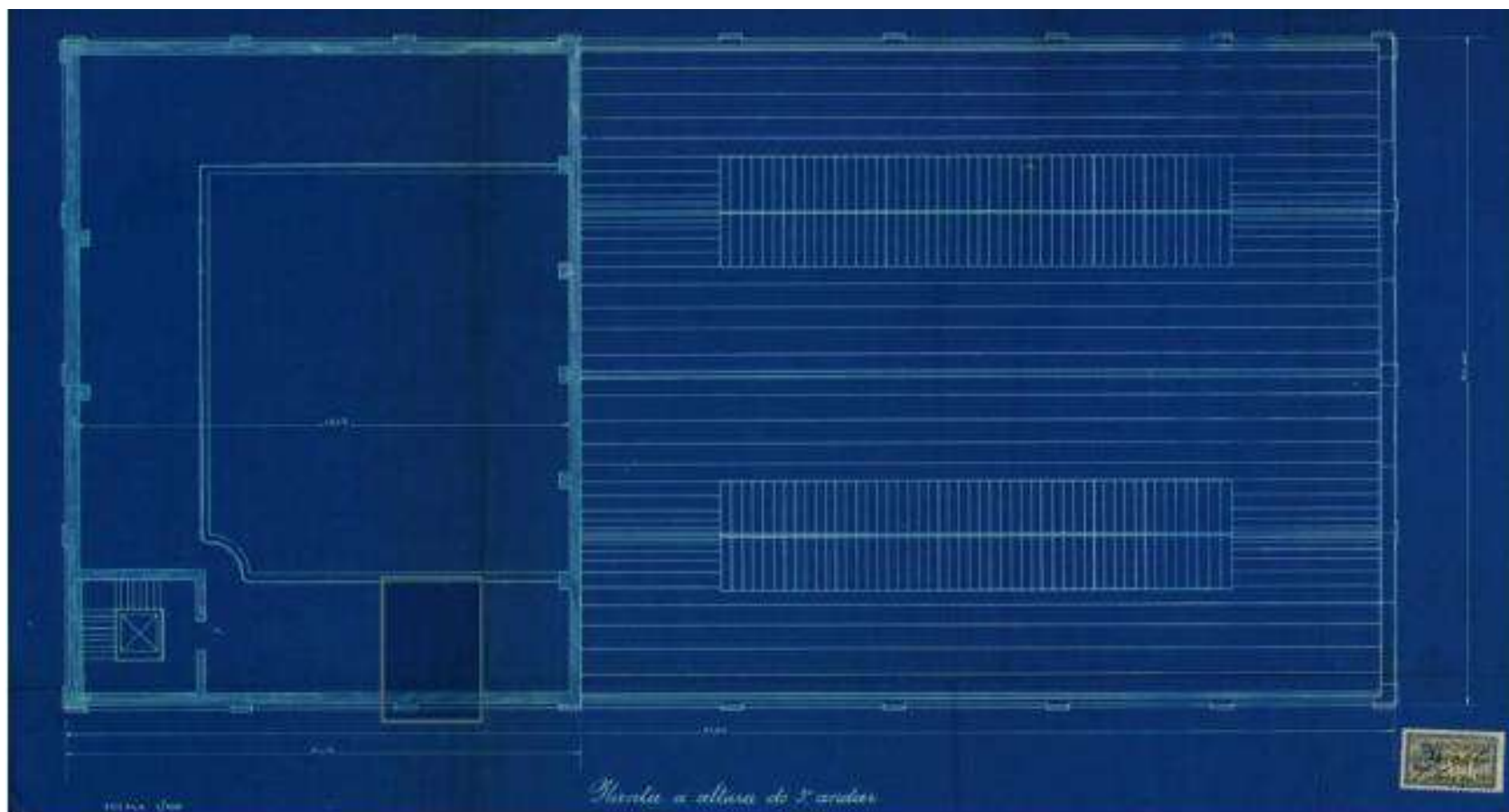
Estrutura Existente – Ed.1 (Fábrica massas)



(Ed.1 – Planta do 1º andar | Planta do 2º andar – AML, Obra 24497)

15/11/2022

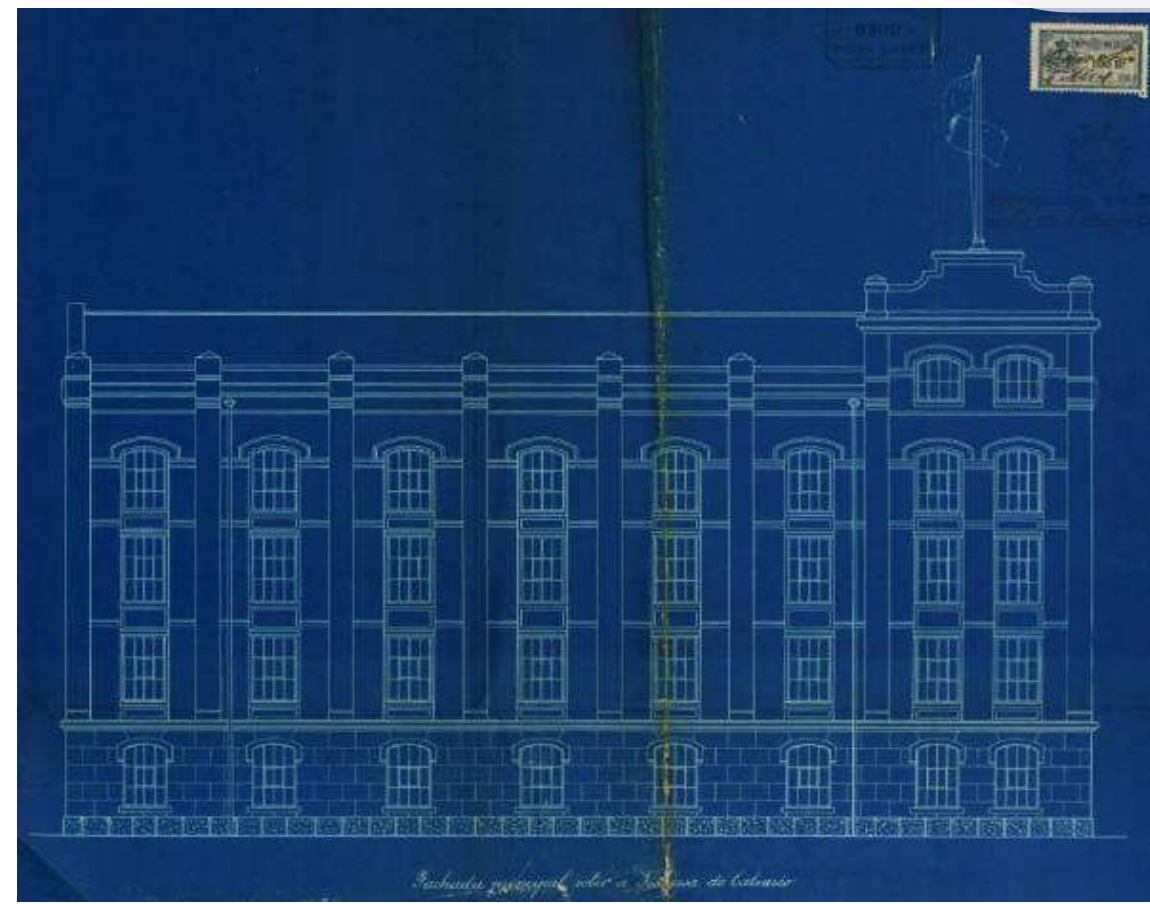
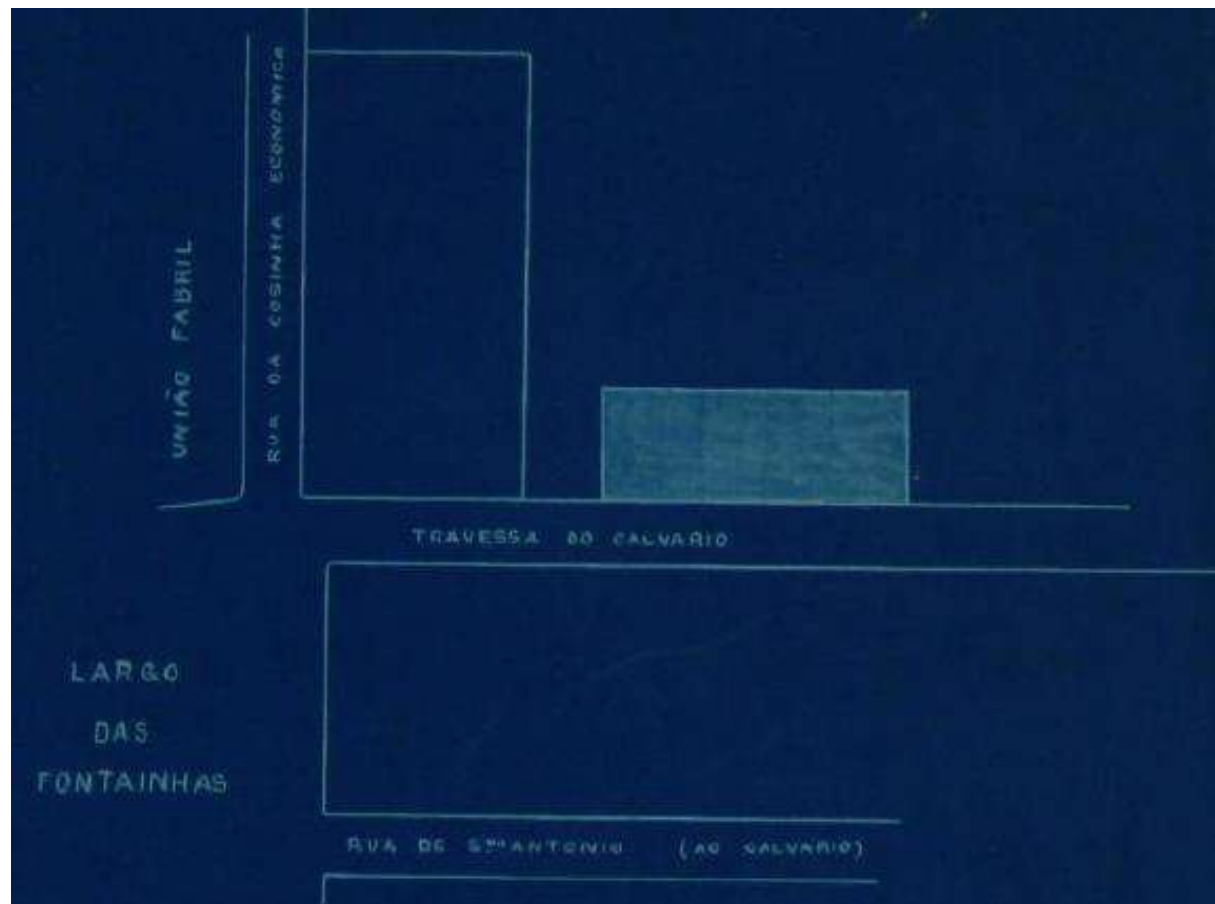
Estrutura Existente – Ed.1 (Fábrica massas)



(Ed.1 – Planta do 3º andar – AML, Obra 24497)

15/11/2022

Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)

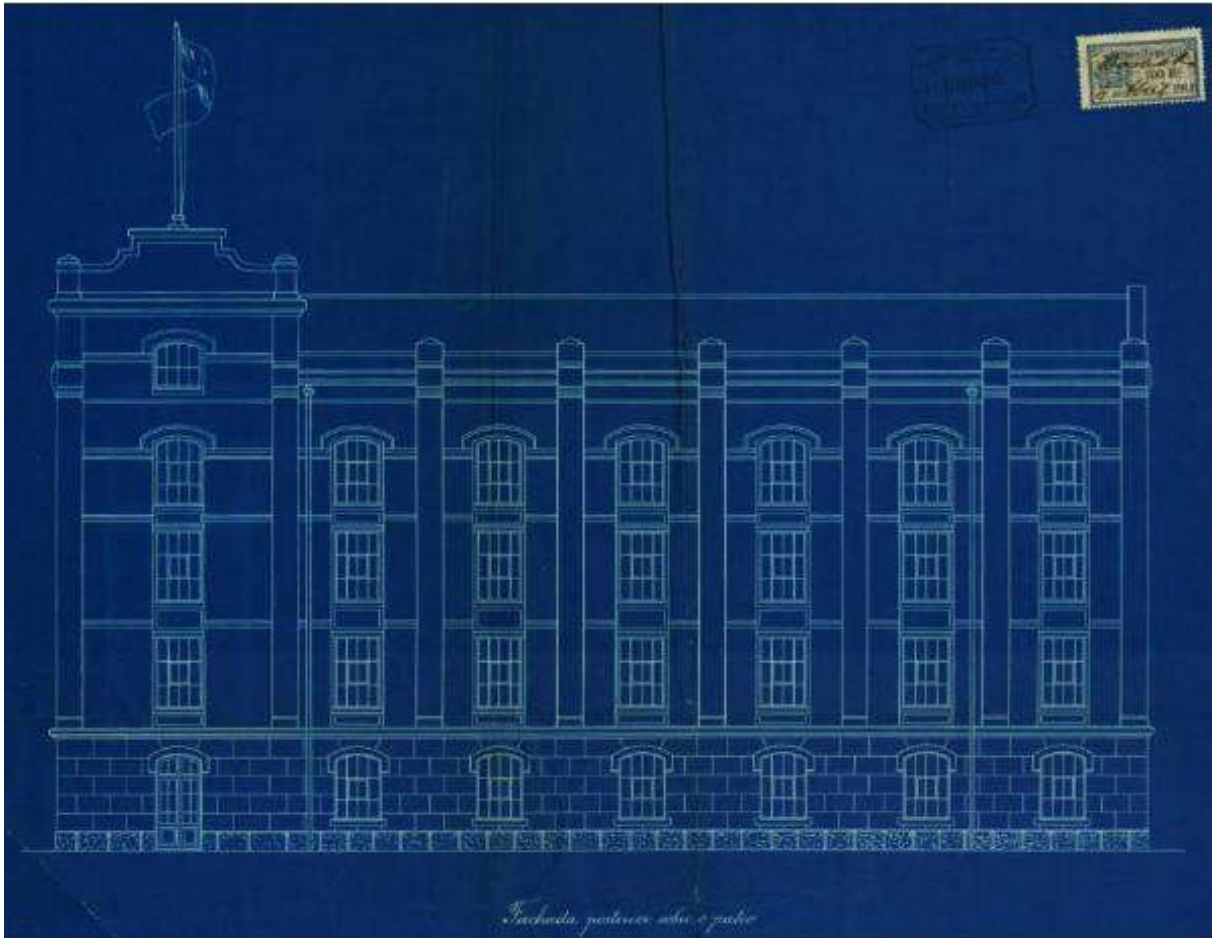


(Ed.2 – Planta Localização | Fachada Travessa do Calvário – AML, Obra 24497)

15/11/2022

Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo

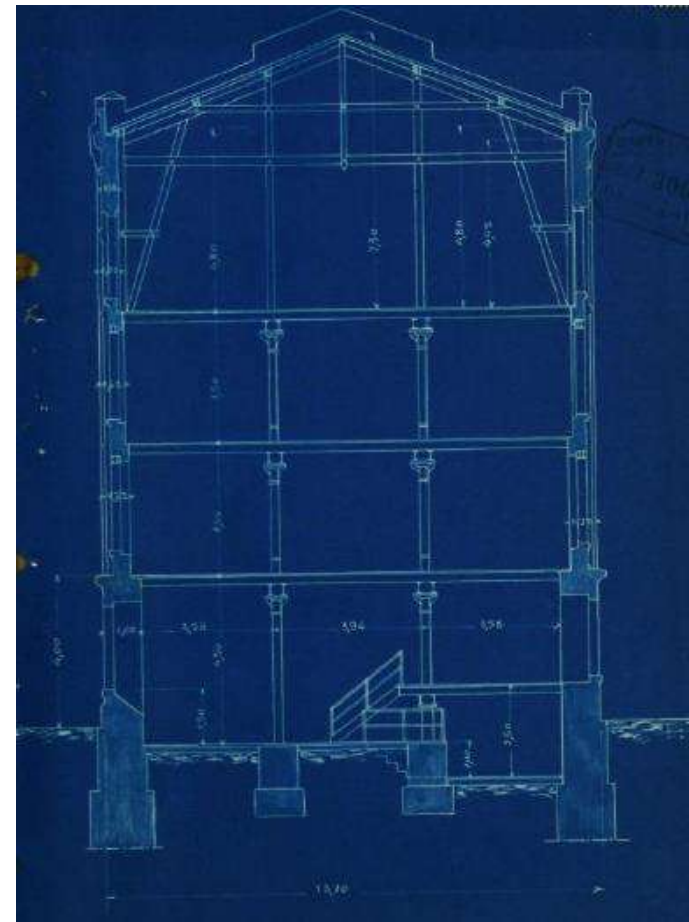
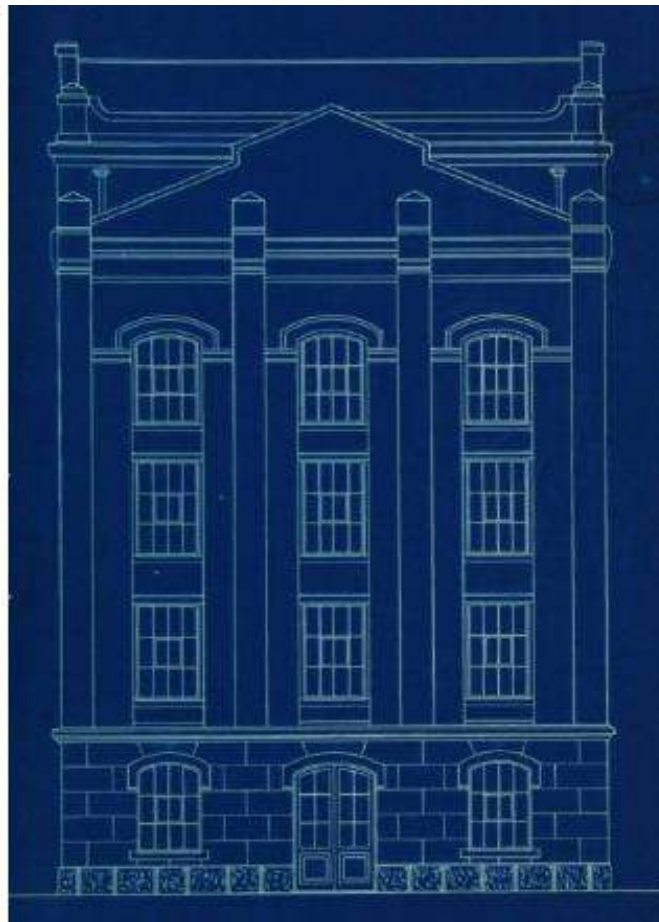
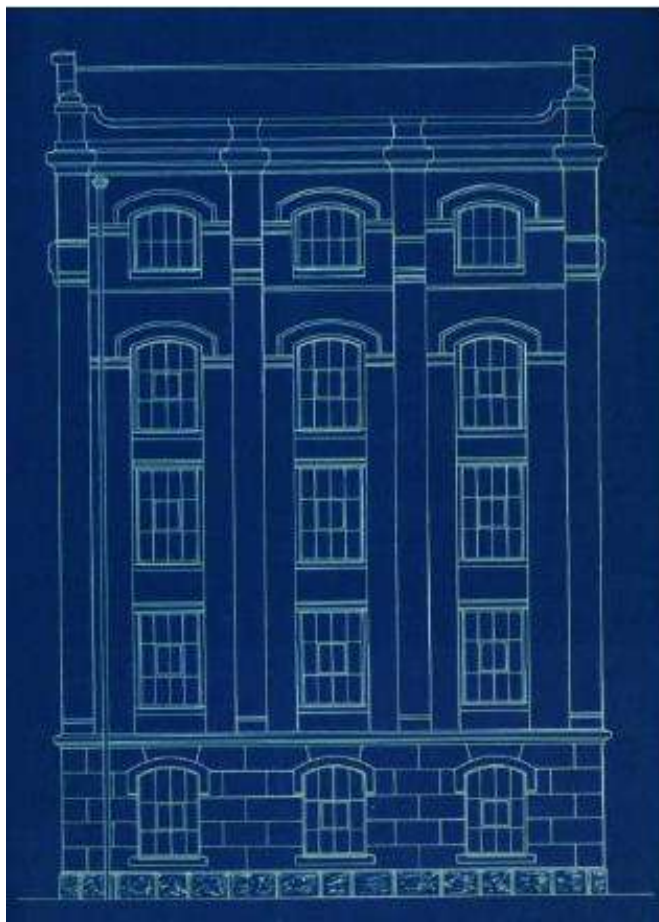


(Ed.2 – Fachada posterior, sobre o pátio – AML, Obra 24497)

15/11/2022



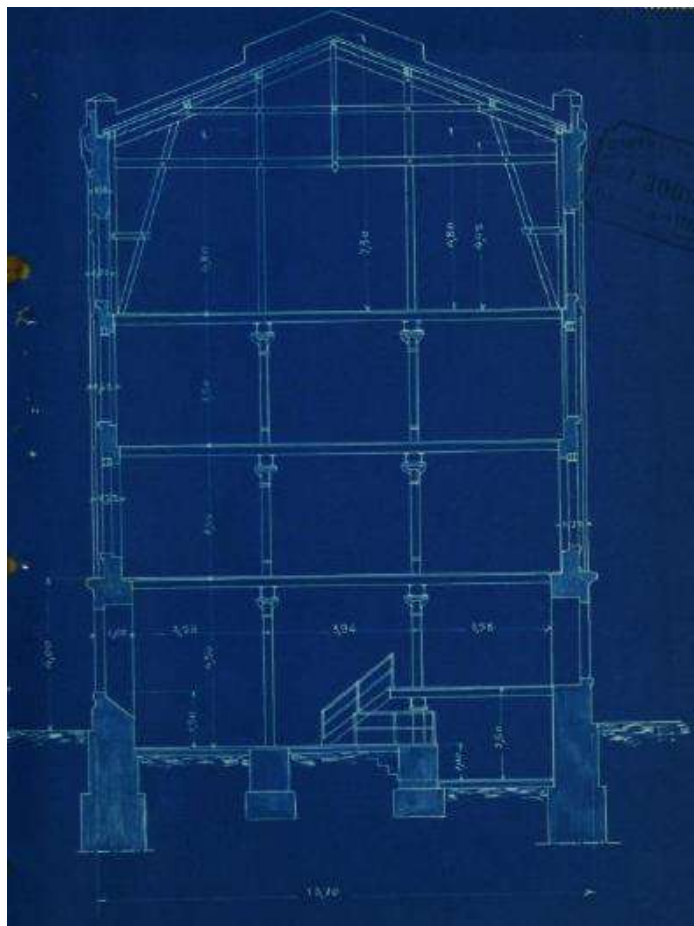
Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)



(Ed.2 – Fachada lateral poente | Fachada lateral nascente – AML, Obra 24497)

15/11/2022

Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)



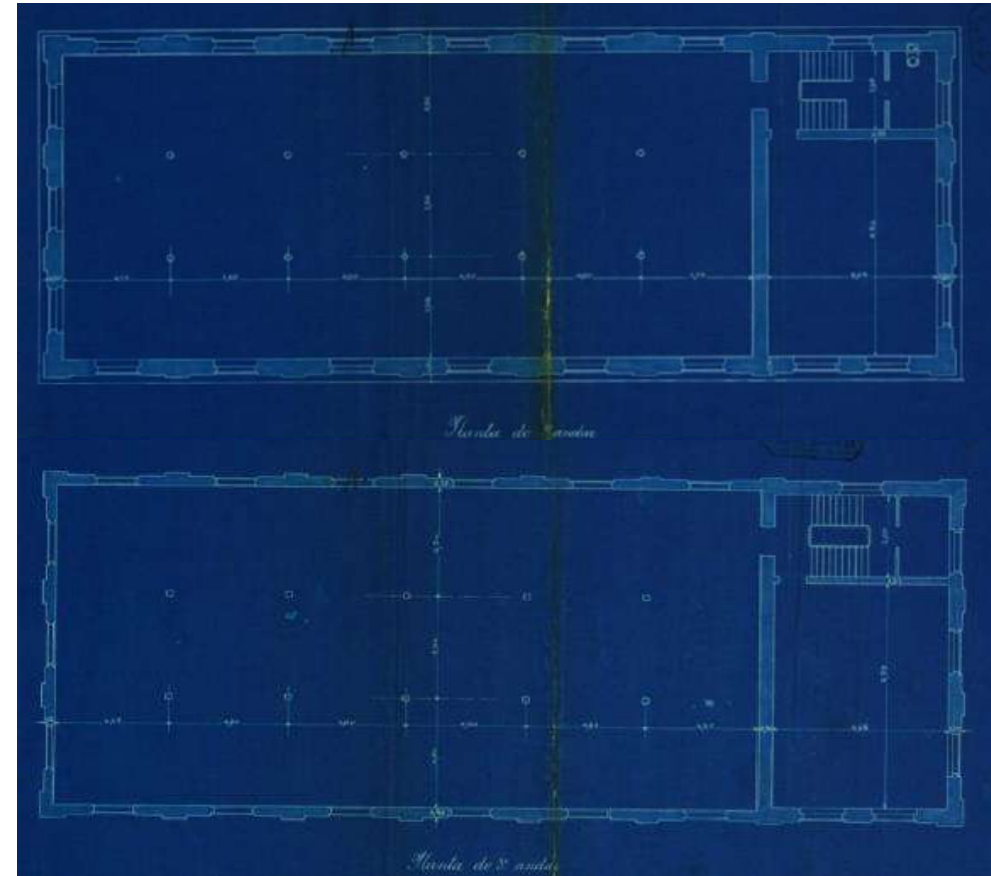
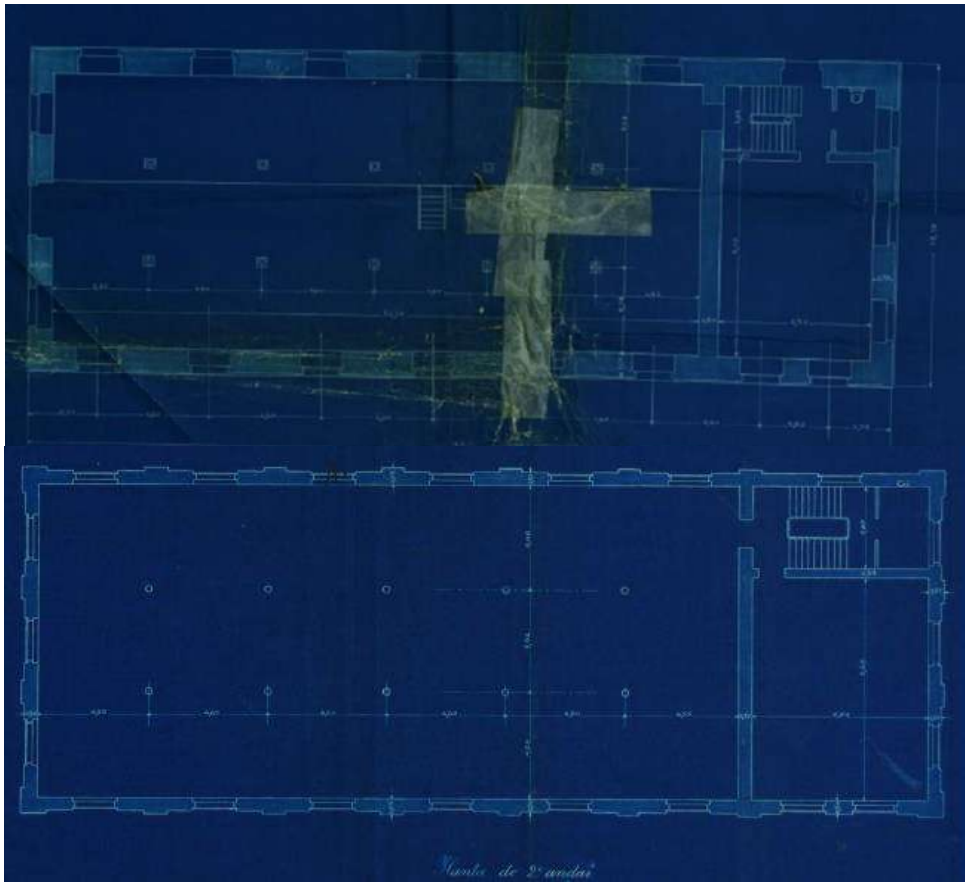
Memória Descritiva do Projeto original:

- Fundações das paredes nas partes que não estiverem feitas serão de alvenaria hidráulica sobre estacaria de pinho e levarão uma base de betão de cascalho e argamassa de cimento;
- Elevação das paredes feita de alvenaria de pedras até ao 1.º andar e com tijolos sílicos calcários e argamassa de cal e areia a partir deste nível até ao telhado;
- Vigamentos de pitch-pine, suportados por vigas mestras e colunas de ferro;
- Madeiramento de pitch-pine com forro de casquinha e cobertura com telhas tipo Marselha;
- Escada de ferro laminado;
- Caixilhos e portas exteriores de ferro;
- Portas interiores serão de madeira.

(Ed.2 – Corte transversal – AML, Obra 24497)

Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)

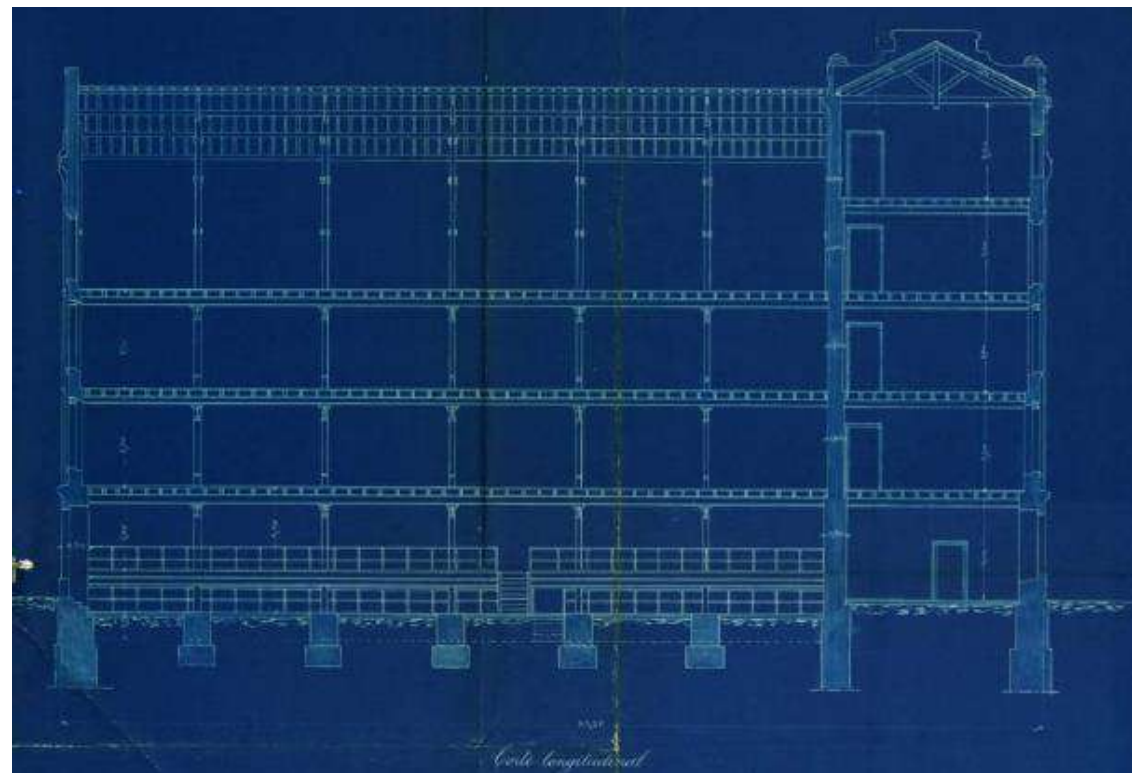
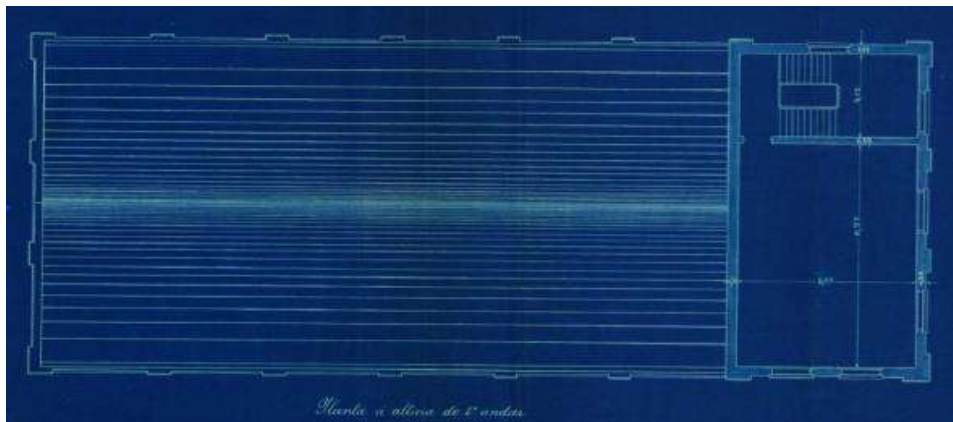
Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Ed.2 – Plantas do rés-do-chão, 1º andar, 2º andar e 3º andar – AML, Obra 24497)

15/11/2022

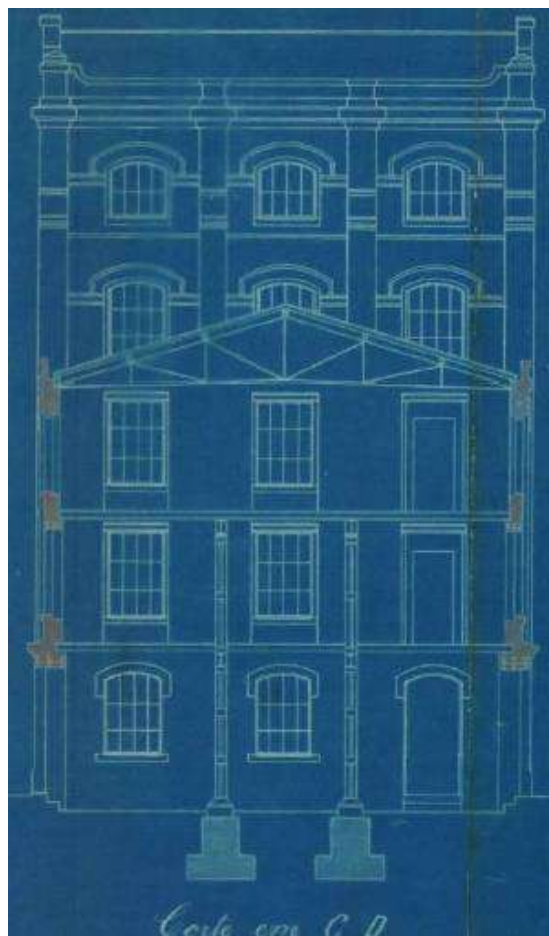
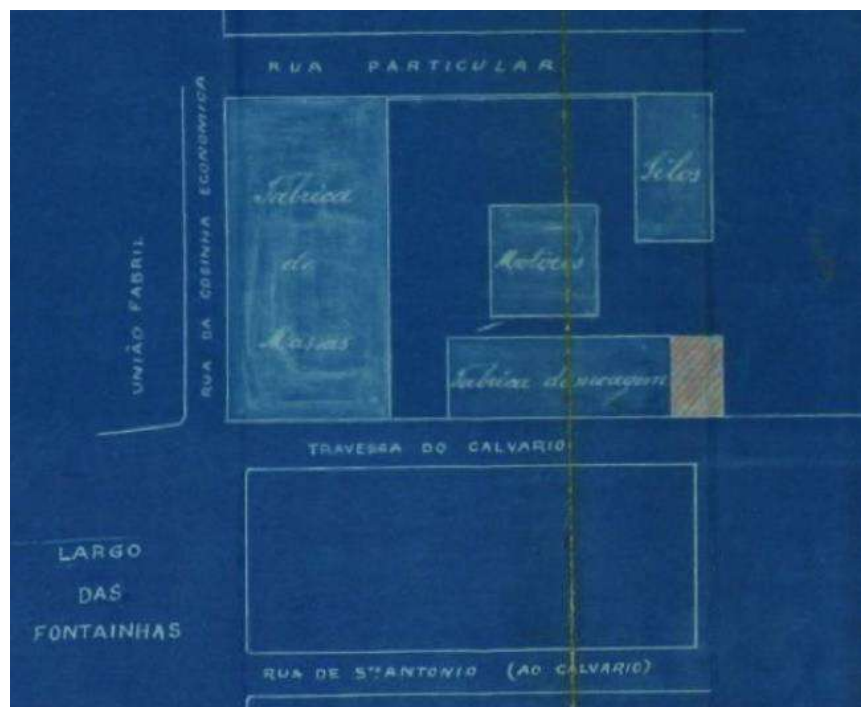
Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)



(Ed.2 – Planta do 4º andar | Corte Longitudinal – AML, Obra 24497)

15/11/2022

Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)

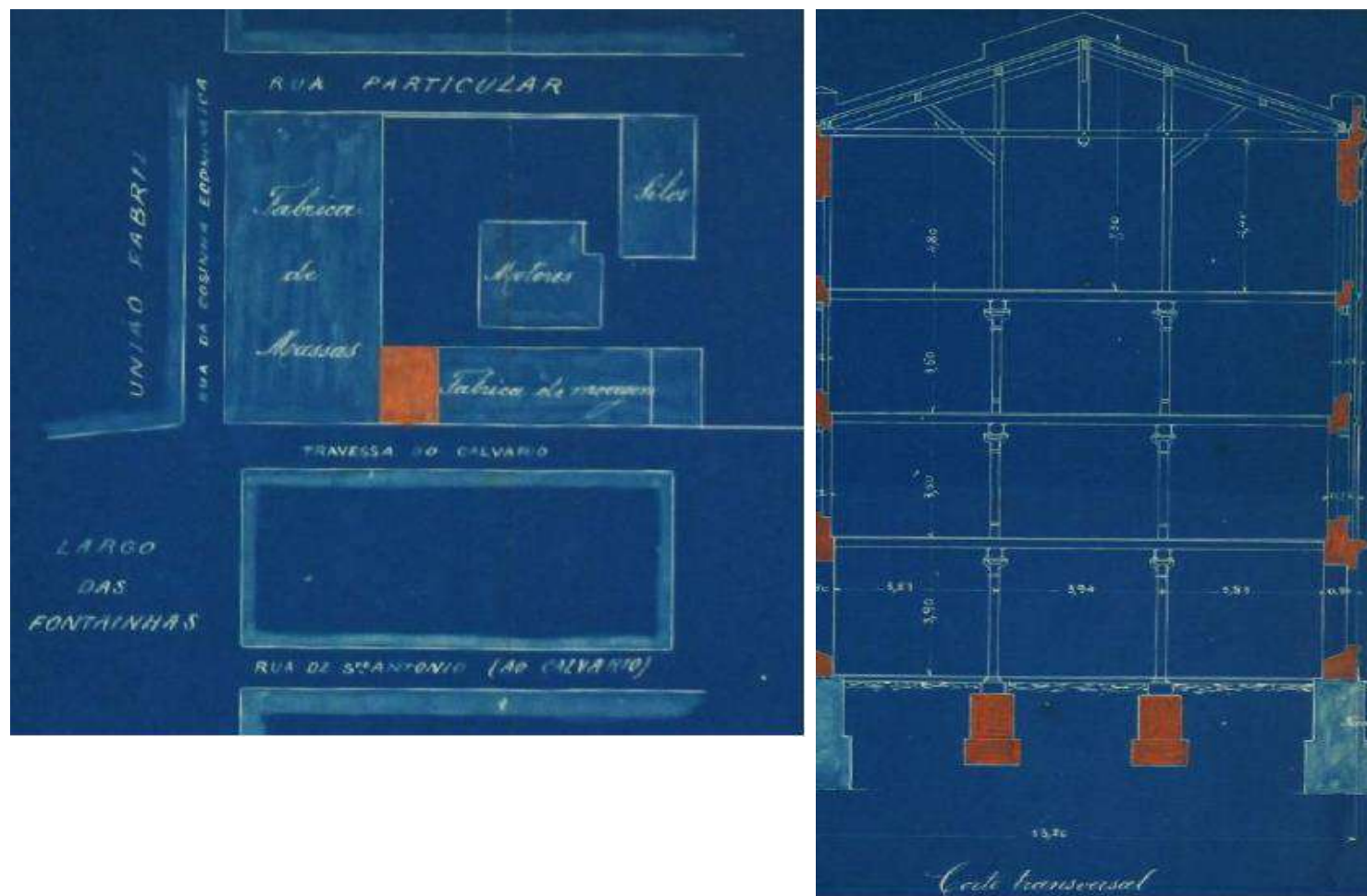


1910 – ampliação do edifício para construção de um armazém de farinhas;

- Características estruturais idênticas ao edifício principal da Fábrica de moagem, exceto o 1.º e 2.º andar, formados por abobadilhas de tijolos e betonilha de cimento.

(Ed.2 – Planta localização do Armazém farinhas | Corte transversal – AML, Obra 24497)

Estrutura Existente – Ed.2 (Fábrica moagem)

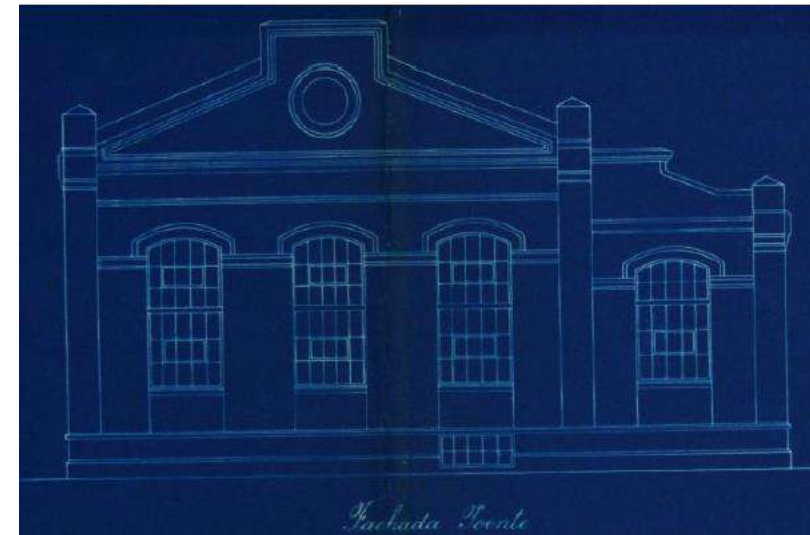
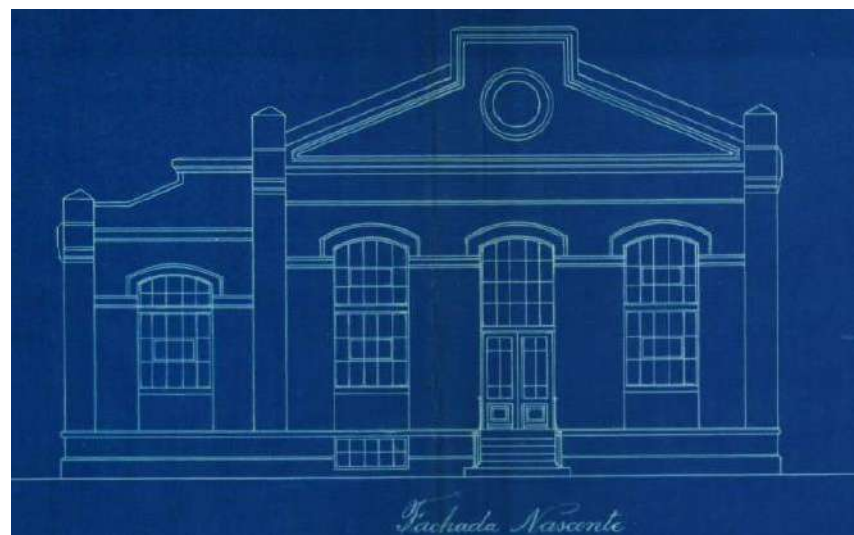
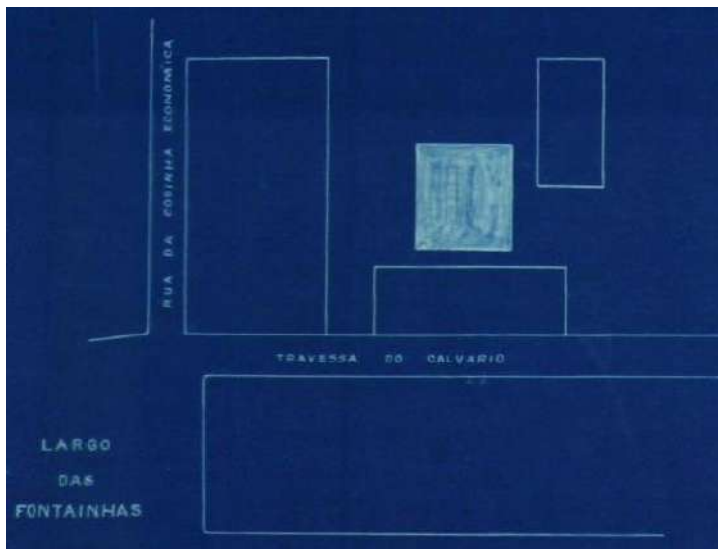


1912 – ampliação do edifício para ligação ao edifício da Fábrica das massas;

- Características estruturais idênticas ao edifício principal da Fábrica de moagem, exceto o 1.º andar, formado por abobadilhas de tijolos e betonilha de cimento.

(Ed.2 – Planta localização do Armazém farinhas | Corte transversal – AML, Obra 24497)

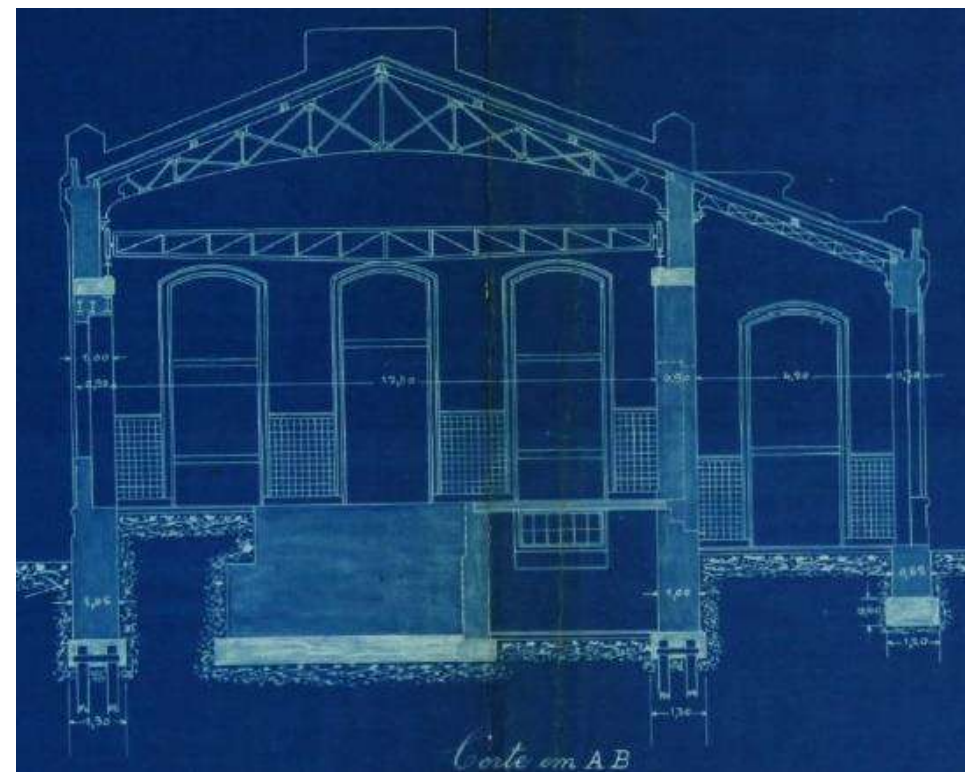
Estrutura Existente – Ed.3 (Casa máquinas)



(Ed.3 – Planta localização | Fachada Nascente | Fachada Poente – AML, Obra 24497)

15/11/2022

Estrutura Existente – Ed.3 (Casa máquinas)



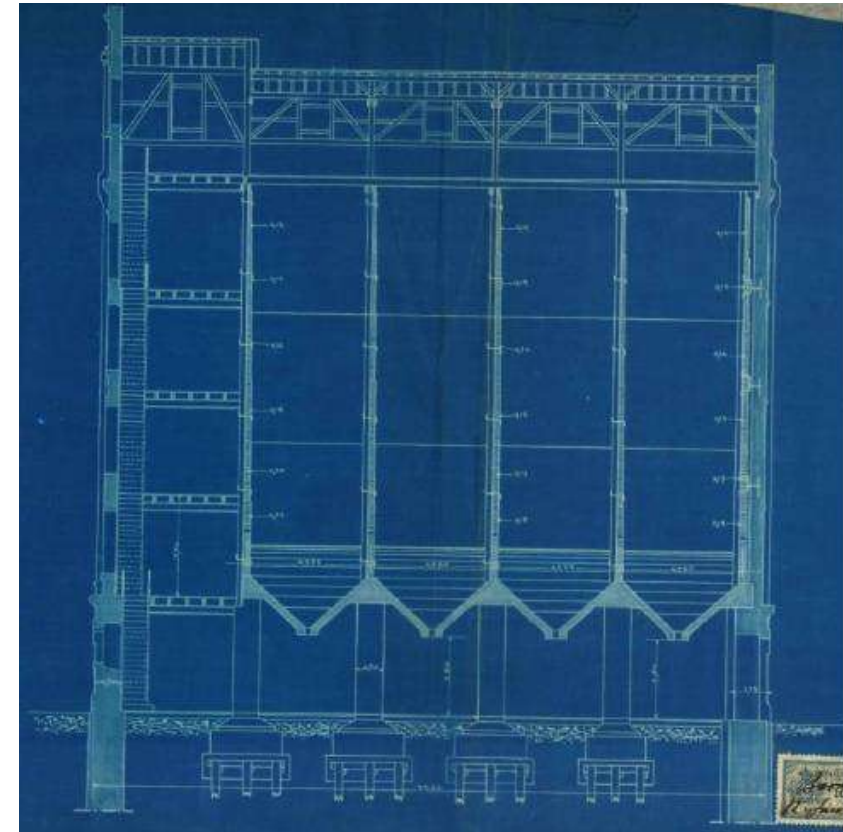
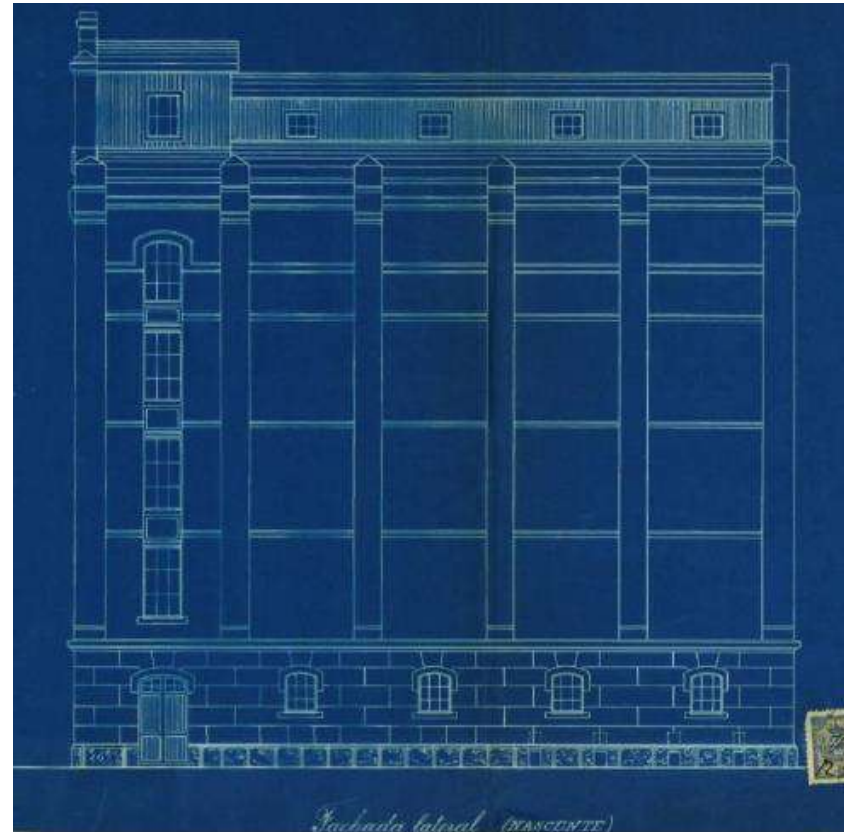
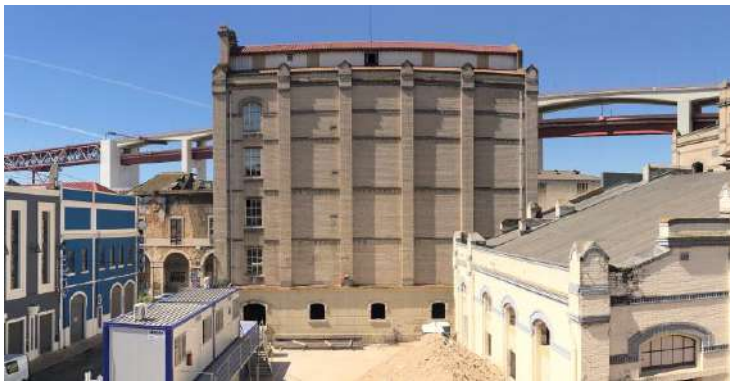
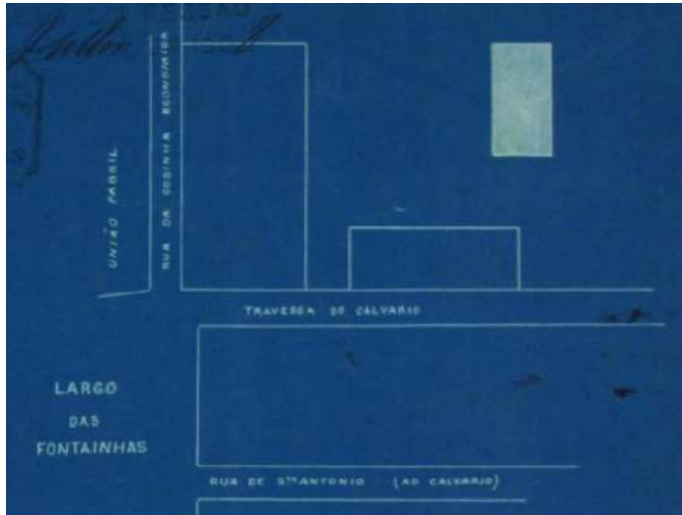
Memória Descritiva do Projeto original:

- Fundações de alvenaria hidráulica sobre estacaria de pinho e levarão uma base de betão com cascalho e argamassa de cimento;
- Elevação das paredes exteriores feita de alvenaria de tijolos sílicos calcários e argamassa de cal e areia; Elevação da parede interior com alvenaria de pedra e a mesma argamassa que as paredes exteriores;
- Vigamentos por cima do subsolo será de ferro e levará abobadilhas;
- Pavimentos de ladrilhos mosaicos na sala das máquinas e de betonilha na sala dos gazogéneros;
- Asnas da cobertura e madres de ferro;
- Varedos, ripas e forro de casquinha, com cobertura com telhas tipo Marselha;
- Maciços das máquinas de beton de cascalho de cimento.

(Ed.3 – Corte transversal – AML, Obra 24497)

15/11/2022

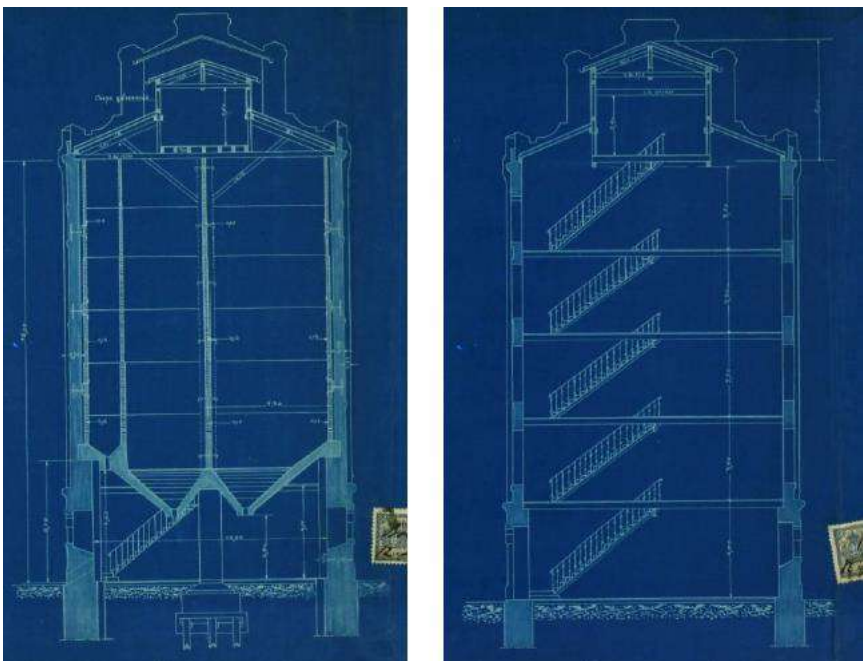
Estrutura Existente – Ed.4 (Silos)



(Ed.3 – Planta de localização | Fachada nascente | Corte longitudinal – AML, Obra 24497)

15/11/2022

Estrutura Existente – Ed.4 (Silos)



Memória Descritiva do Projeto original:

- Fundações serão feitas de alvenaria hidráulica sobre estacaria de pinho e levarão uma base de beton de cascalho e argamassa de cimento;
- Elevação das paredes feita de alvenaria de pedras até ao 1.º andar e tijolos sílicos calcários e argamassa de cal e areia a partir deste nível até ao telhado;
- Vigamentos de pitch-pine suportados por vigas mestras de ferro;
- Depósitos (silos) com a parte inferior feita em cimento armado e as divisões em madeira de pinho;
- Madeiramento de pitch-pine ou casquinha com forro de casquinha e cobertura com telhas tipo Marselha;
- Escada de ferro.

(Ed.3 – Planta de localização | Fachada nascente | Corte longitudinal – AML, Obra 24497)

Estado de Conservação



(Desagregação do reboco (Ed.2) e parede (Ed.3), com humidade generalizada em paredes)



Descarga em cachorro com fendilhação (Ed.3) | Infiltrações em abobadilhas

15/11/2022

- Estudo de Diagnóstico – edifícios em razoável estado de conservação;
- Algumas anomalias:
 - Infiltrações e humidades – desagregações em paredes devido a fenómenos de capilaridade e higroscopicidade (deposição e cristalização de sais solúveis que resultam da migração da água da parede);
 - Fendilhações em paredes de vãos;
 - Corrosão de perfis metálicos (em particular com maior expressão na zona da cave do Ed.3);
 - Assentamentos, embora com carácter insipiente;

Intervenção - Solução Estrutural

- Proposta Arquitetónica – Reabilitação dos edifícios existentes e sua ampliação, adaptando-os a novas funções de escola (Escola Internacional);
- Pretendia-se manter as paredes de alvenaria estruturais existentes e os pavimentos e estruturas porticadas metálicas que os suportam;
- Desmonte/demolição dos pavimentos e estruturas não originais, que foram introduzidas pela empresa Auchan (adaptou a unidade fabril pré-existente para escritórios);
- A intervenção mais significativa resulta do **reforço sísmico**:
 - Exigências impostas pela mais recente regulamentação sísmica em vigor - definidas na parte 3 do EC8 (NP EN 1998-3, 2017);
 - Ação sísmica agravada pela existência de terrenos de fundação que a amplificam de forma muito significativa – terreno tipo E, conforme EC8;
 - Terreno tipo E – solos aluvionares com espessuras entre 5m a 20m;
 - Estruturas existentes apresentavam vulnerabilidade sísmica, de acordo com as análises com métodos simplificados realizadas.

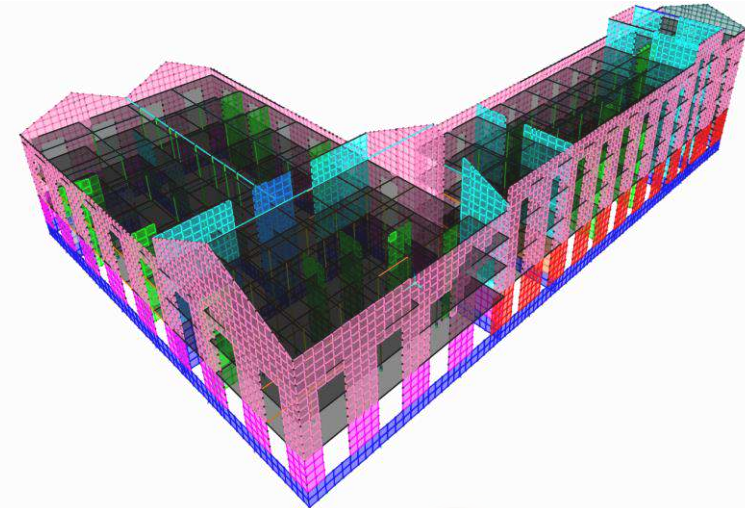
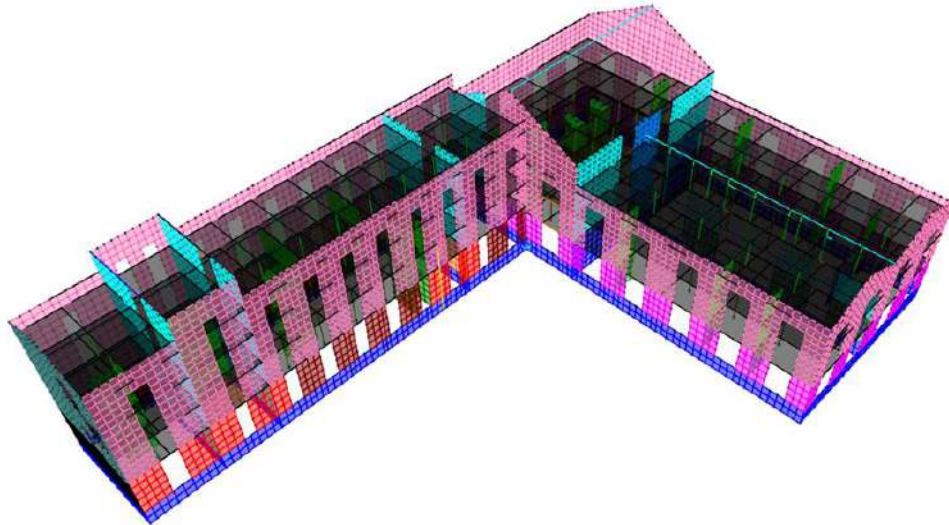
Projeto de Reforço Sísmico

- Escola – classe de importância III
 - estado limite de colapso iminente (NC)
 - estado limite de danos severos (SD)
 - estado limite de limitação de danos (DL)

Quadro NA.I – Coeficientes multiplicativos da ação sísmica de referência para obtenção da aceleração máxima de referência para aplicação da NP EN 1998-3

Estado limite	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2	
		Continente	Açores
de colapso iminente (NC)	1,62	1,33	1,22
de danos severos (SD)	0,75	0,84	0,89
de limitação de dano (DL)	0,29	0,47	0,55

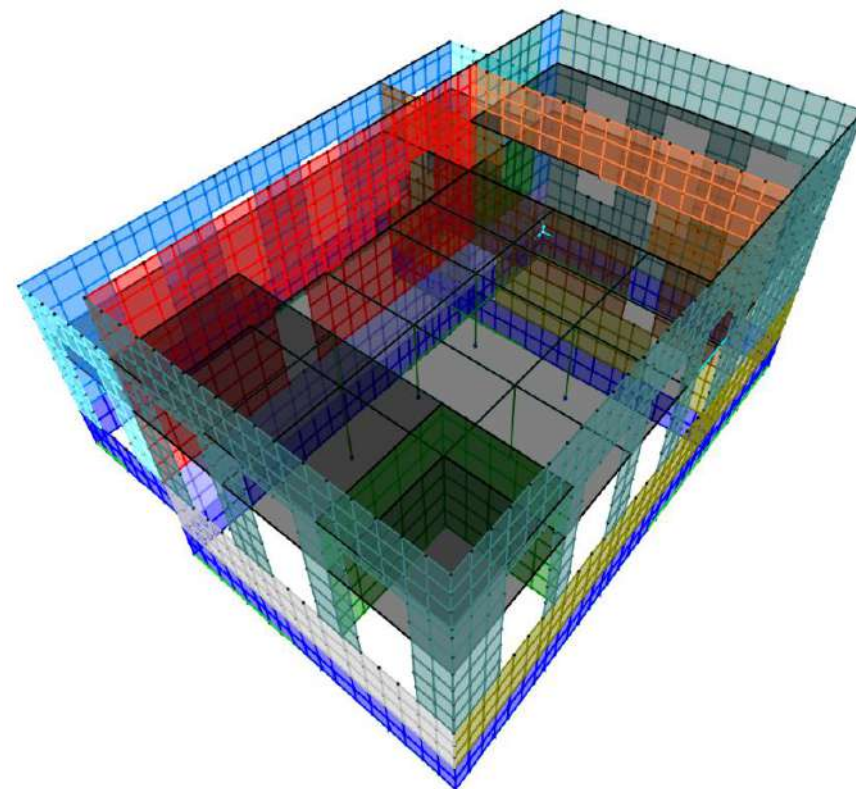
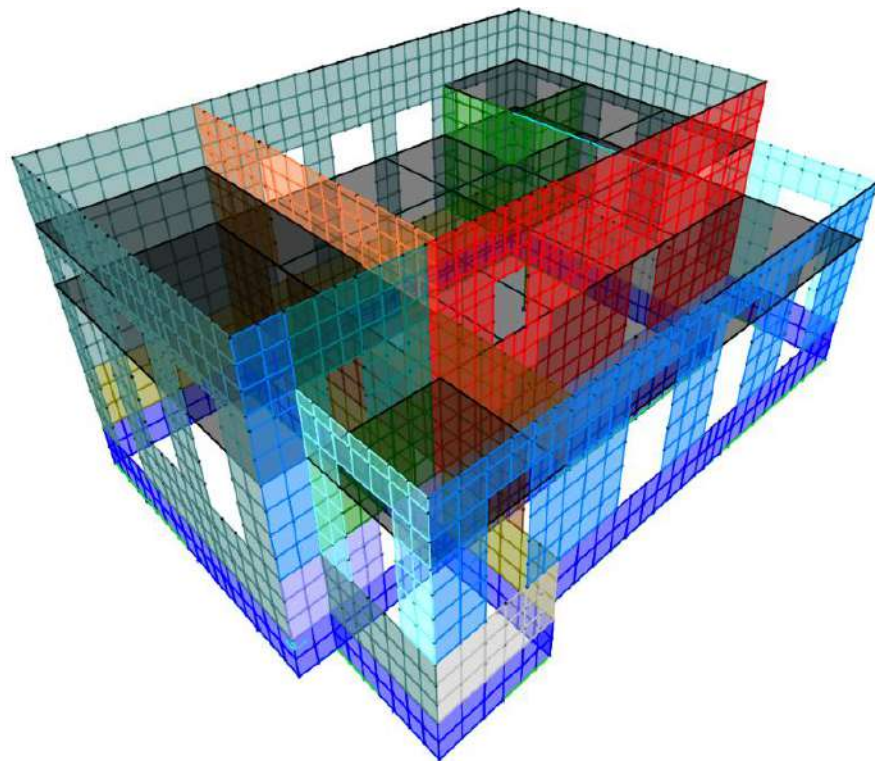
Edifícios 1, 2, 3 e 4 – Análise sísmica através de análises dinâmicas lineares, com base nos espectros de resposta preconizados no EC8 – Parte 3 (NP EN 1998-3:2017).



Edifícios 1 e 2 – Modelo 3D sísmico

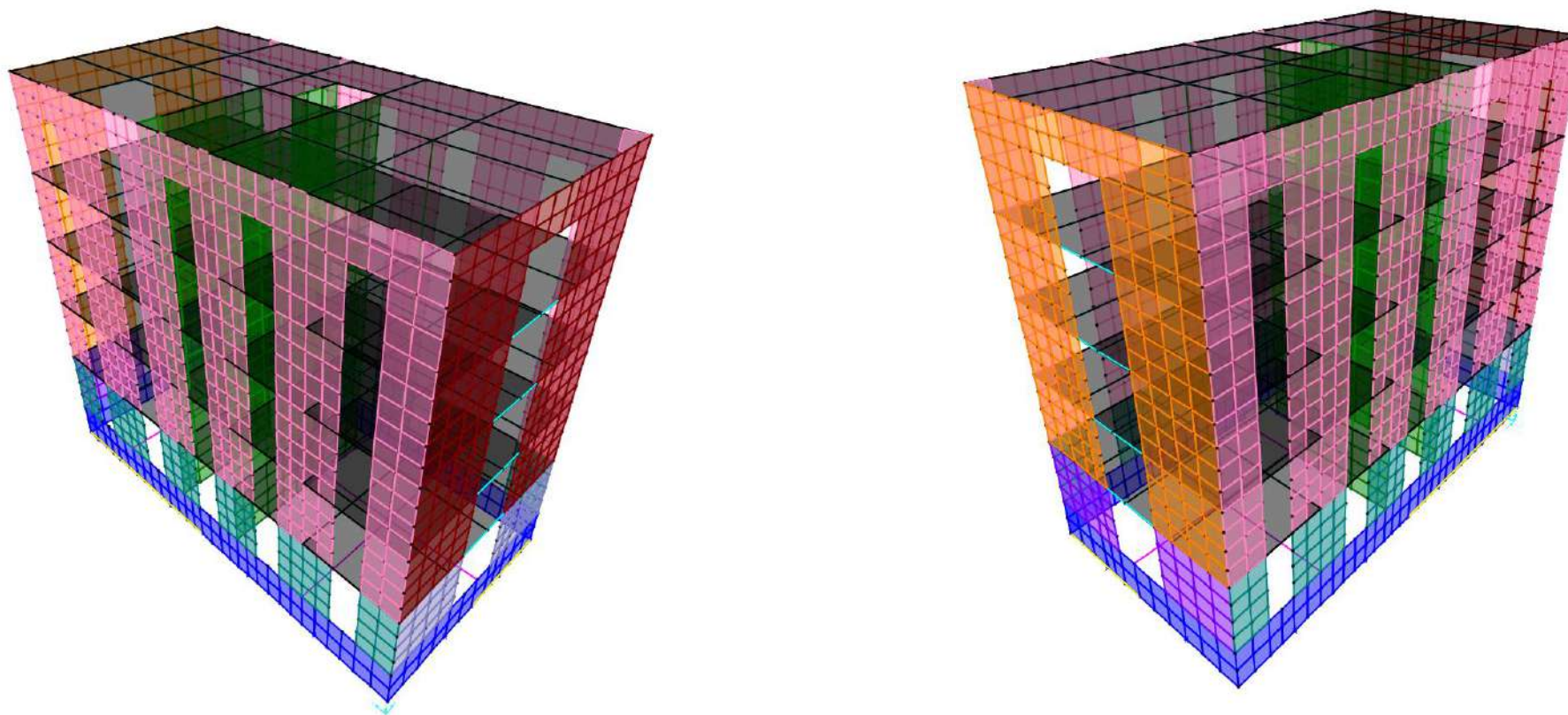
Projeto de Reforço Sísmico

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
"A Napolitana"
João Appleton
Rui Pombo



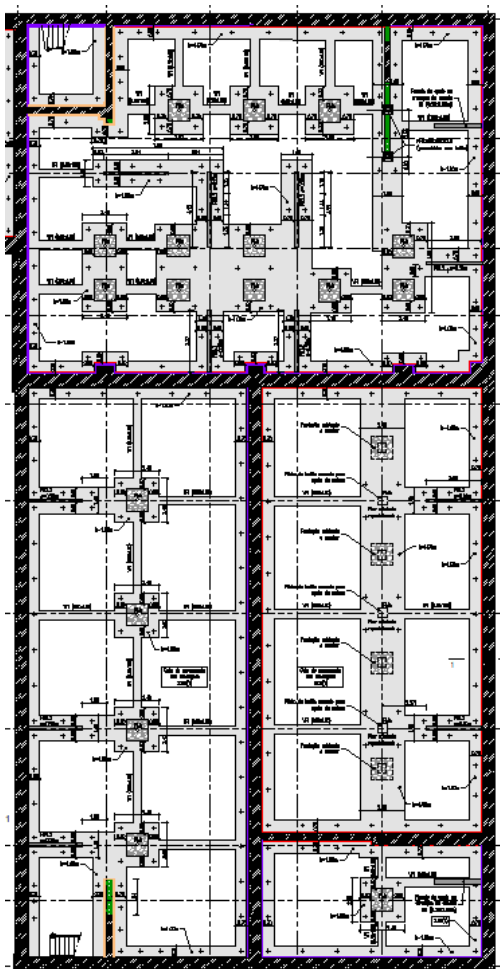
Edifício 3 – Modelo 3D sísmico

Projeto de Reforço Sísmico



Edifício 4 – Modelo 3D sísmico

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

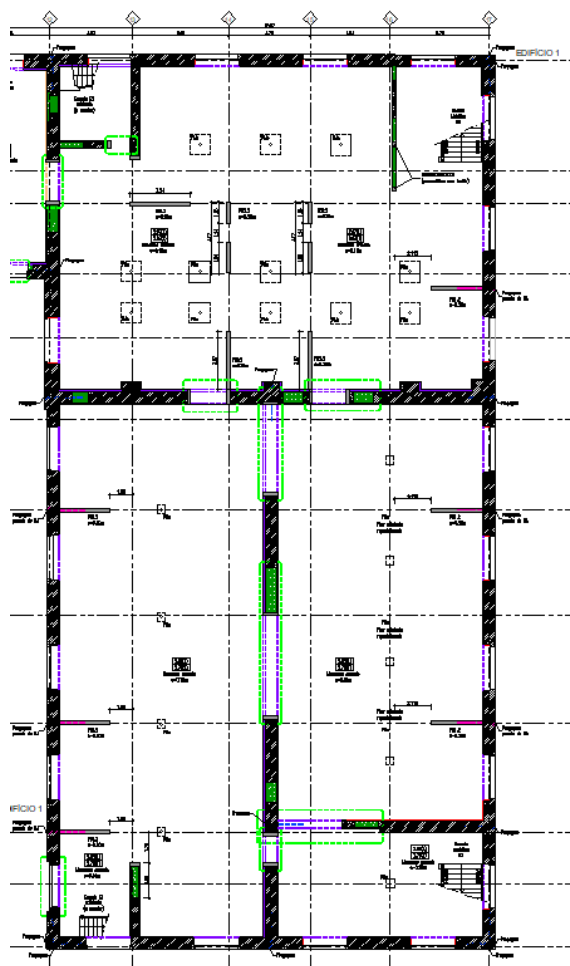


(Ed.1 – Planta de fundações)

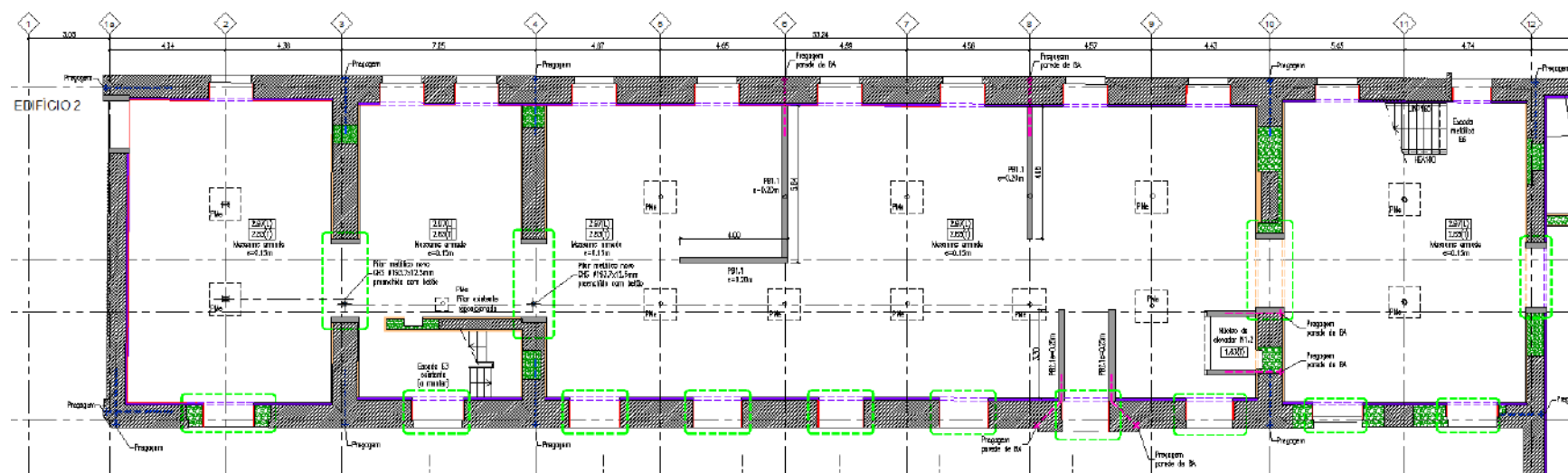
- Edifícios em geral mantidos, com exceção das coberturas e zonas locais; ampliados com introdução de novos pisos elevados;
- Reabilitação de pavimentos, escadas e paredes de alvenaria, procedendo-se ao **reforço sísmico** generalizado;
- Aplicação generalizada de lâminas de microbetão projetado esp. 6cm/10cm, fixas com chumbadouros, 4cm no interior dos vãos das fachadas;
- Lintéis de fundação corridos 60cm/70cm x 1.00m, encabeçando microestacas com afastamentos de cerca de 1.80m;
- Colunas de ferro e pilares metálicos recalçadas com maciços de encabeçamento de microestacas, fixos aos maciços existentes (em geral 4 ME por pilar/coluna);
- Vigas de fundação interligando o novo sistema de fundações indiretas;
- Microestacas 500kN/400kN (compressão/tração) - TM80 ϕ 139,7x9,0mm com cerca de 30m de comprimento.

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

- Introdução de novas paredes/núcleos de elevadores de betão armado (em geral com esp. 20cm), fundados em maciços de encabeçamento de microestacas, com 1.00m de altura; Paredes foram ligadas às estruturas dos pavimentos existentes (de modo a participar na resposta sísmica) e ligadas através de pregagens às paredes de alvenaria existentes (travamento de panos de fachada para fora do seu plano).

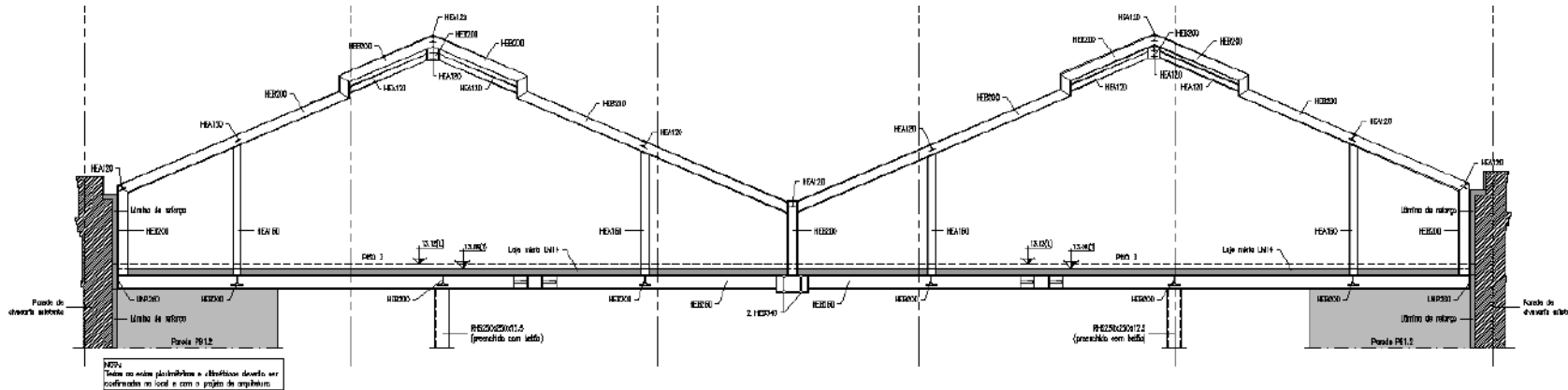


(Ed.1 – Planta do piso 0)

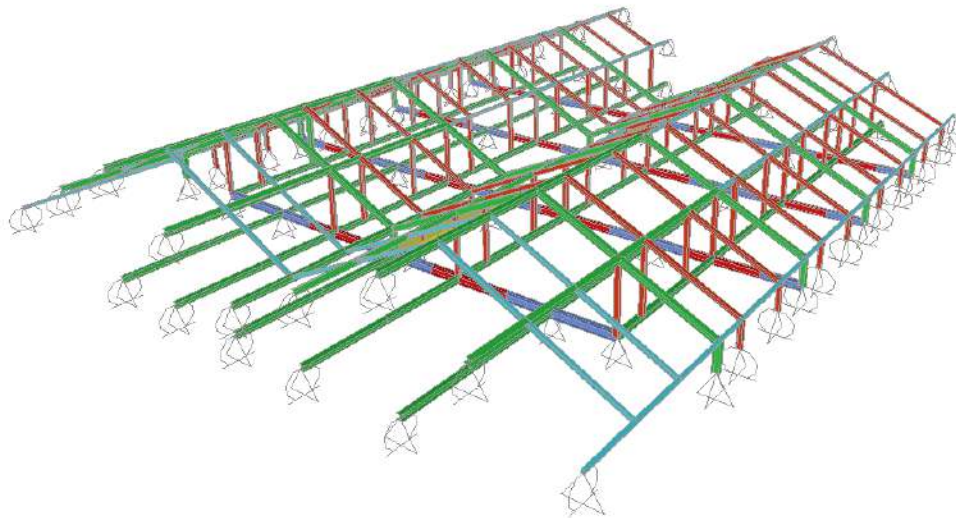


(Ed.2 – Planta do piso 0)

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2



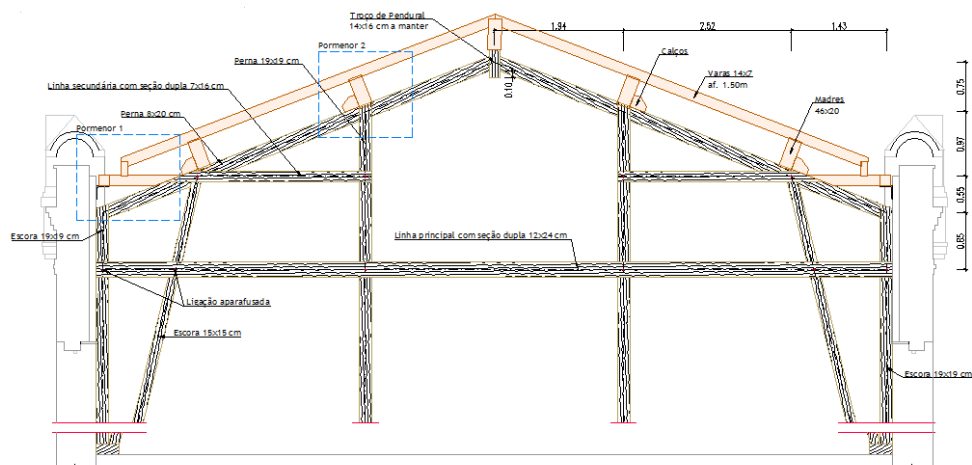
(Ed.1 – Novo piso 3 e Cobertura metálica – corte transversal do projeto)



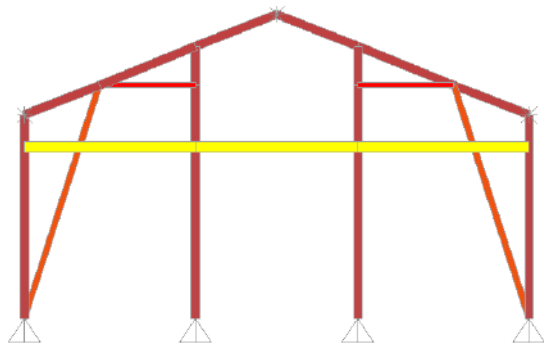
(Ed.1 – Novo piso 3 e Cobertura metálica – modelo de cálculo)

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

ASNA - Edifício 2
Alçado Lateral - Eixos 5 a 9
Esc. 1/50



(Ed.2 – Novo piso 4 e Cobertura de madeira existente – corte transversal do projeto)



(Ed.2 – Novo piso 4 e Cobertura de madeira existente – modelo de cálculo)

15/11/2022

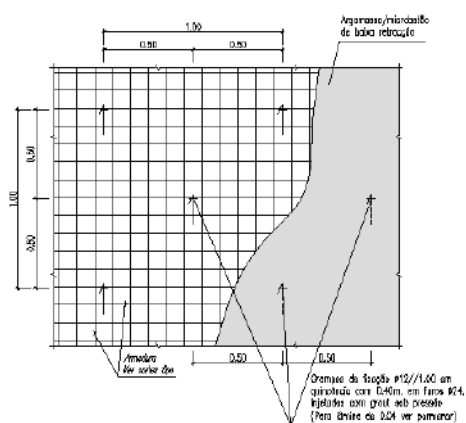


(Ed.2 – Fotografia das asnas de madeira existentes a manter)

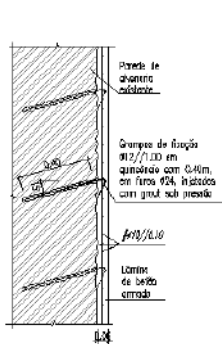
Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

LÂMINAS DE BETÃO ARMADO EM PAREDES DE ALVENARIA EXISTENTES, $e=0.06\text{m}$ e 0.10m
Esc. 1:20

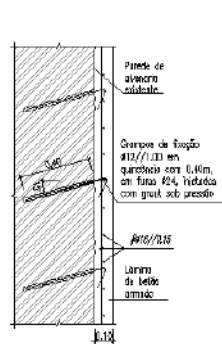
Alçado tipo



Corte tipo, $e=0.06\text{m}$

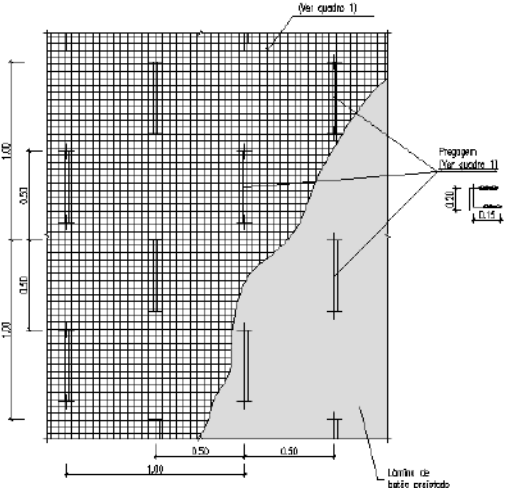


Corte tipo, $e=0.10\text{m}$

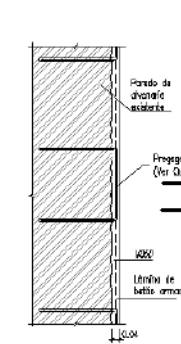


LÂMINAS DE BETÃO ARMADO EM PAREDES DE ALVENARIA EXISTENTES, $e=0.04\text{m}$
Esc. 1:20

Alçado tipo



Corte tipo, $e=0.04\text{m}$



Nota para elementos de betão armado:



(Pormenores – Reforço de paredes de alvenaria existentes através de lâminas de microbetão projetadas)

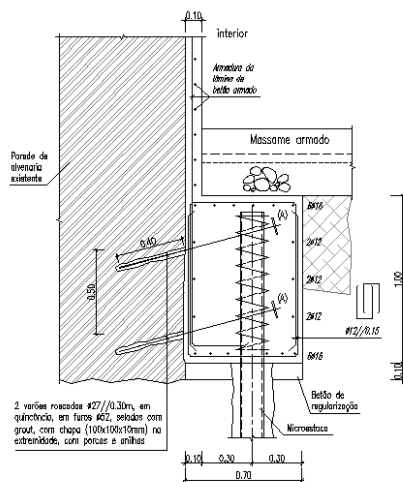
Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

MACIÇOS DE FUNDAÇÃO DAS PAREDES DE ALVENARIA EXISTENTES (Edifícios 1, 2, 3 e 4)

Esc. 1:20

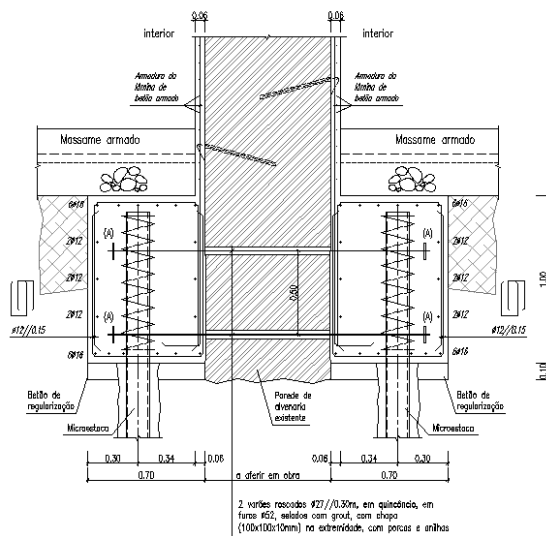
Paredes exteriores

Corte vertical



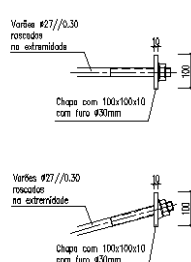
Paredes interiores

Corte vertical



Pormenor (A)

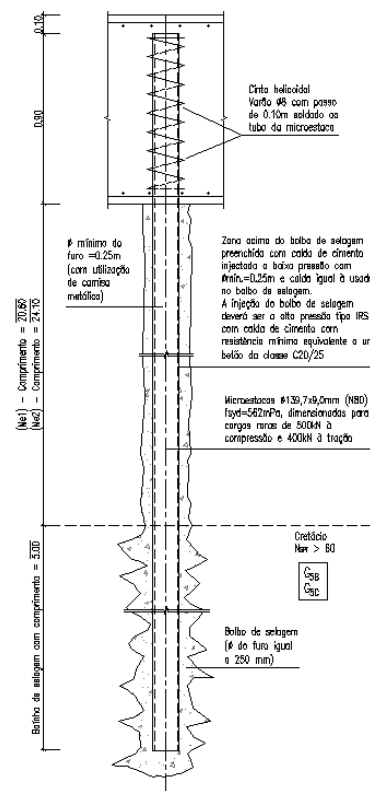
Esc. 1:10



MICROESTACA - TM80 (139,7 x 9,0 mm)

Esc. 1:20

Pormenor tipo



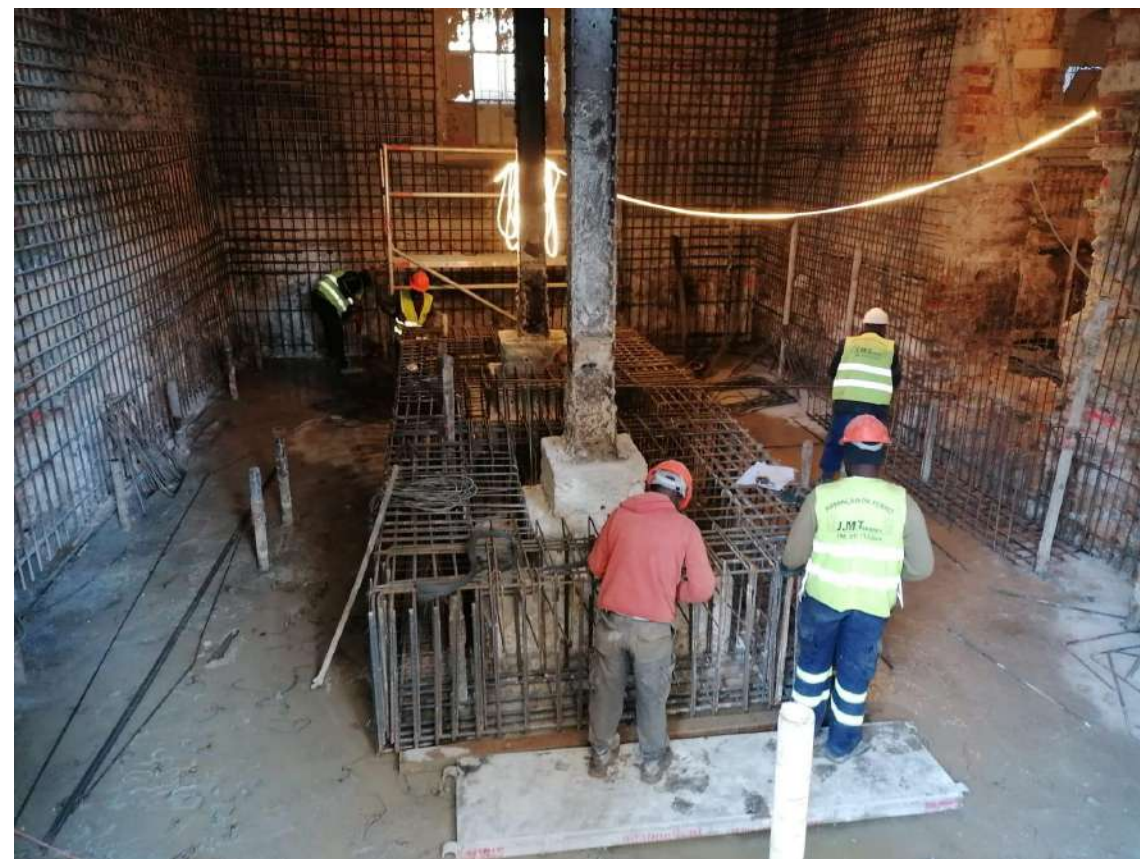
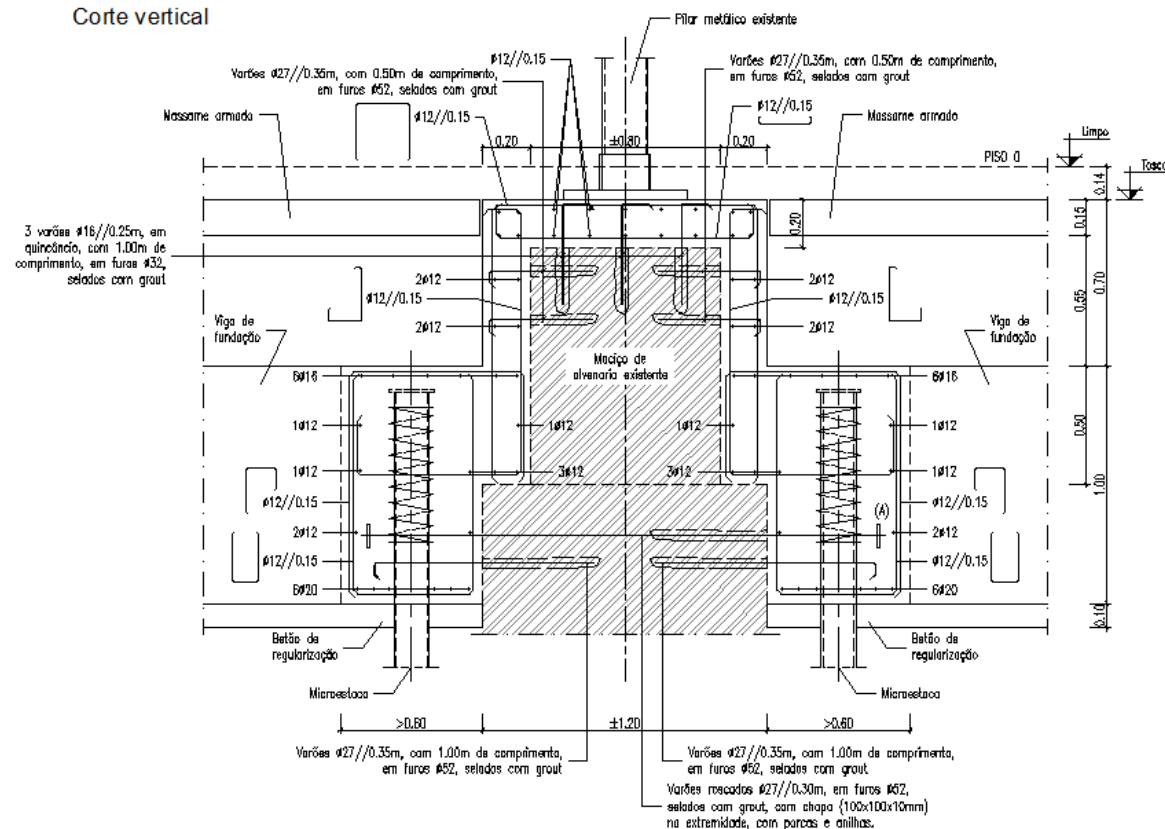
(Pormenor – Lintéis de fundação de recalçamento das paredes de alvenaria apoiados em microestacas)

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

PILARES INTERIORES REFORÇO DE SAPATAS EXISTENTES (Maciços de microestacas)

Eso. 1:20

Corte vertical

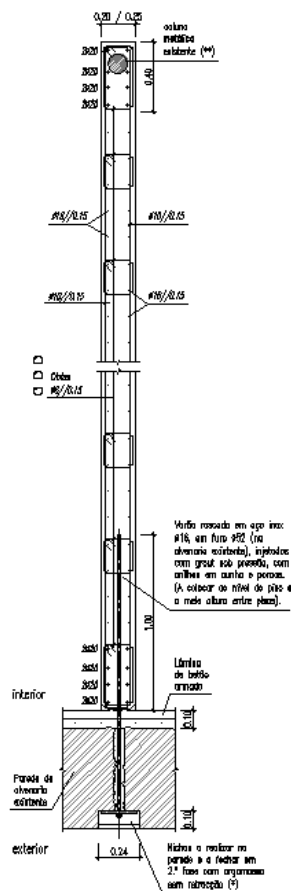


(Pormenor – Maciços de recalçamento dos pilares metálicos interiores existentes, apoiados em microestacas)

15/11/2022

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

Corte horizontal



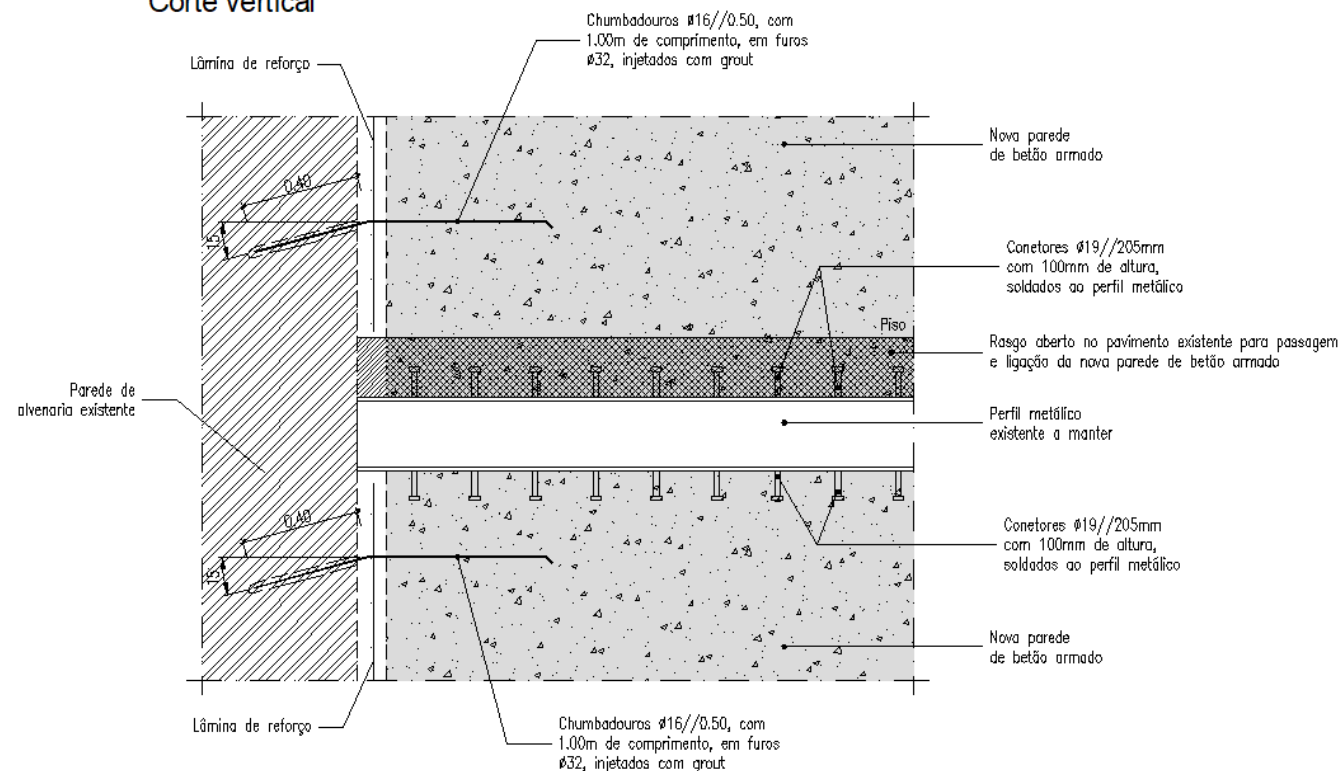
(*) - Acabamento / lamponamento a definir pela arquitetura

(**) - A superfície da coluna metálica deverá ser previamente preparada, removendo a pintura existente por decapagem Grau SA 2½

LIGAÇÃO DE PAREDES DE BETÃO ARMADO A PAVIMENTOS EXISTENTES A MANTER LIGAÇÃO TIPO 1 - A PERFIS METÁLICOS EXISTENTES OU NOVOS

Esc. 1:20

Corte vertical



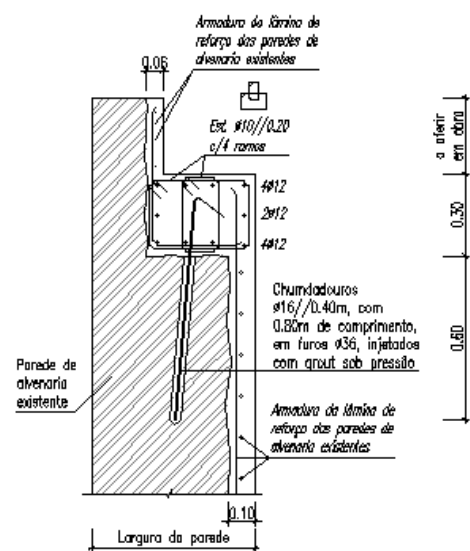
(Pormenores – Ligações das novas paredes de BA às paredes de alvenaria e às vigas metálicas existentes nos pavimentos)

15/11/2022

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

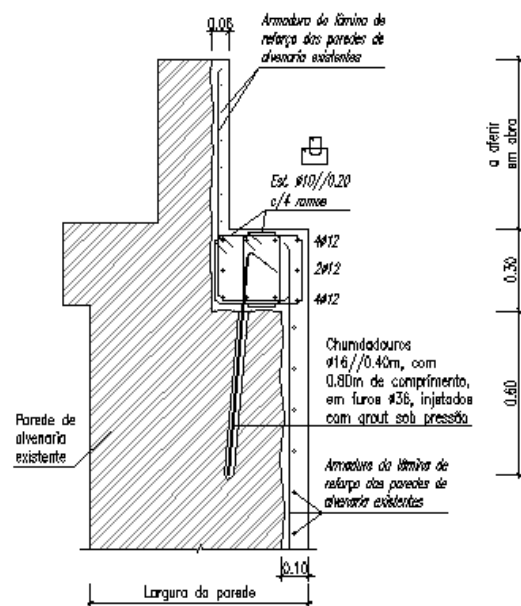
Tipo 1

Corte vertical



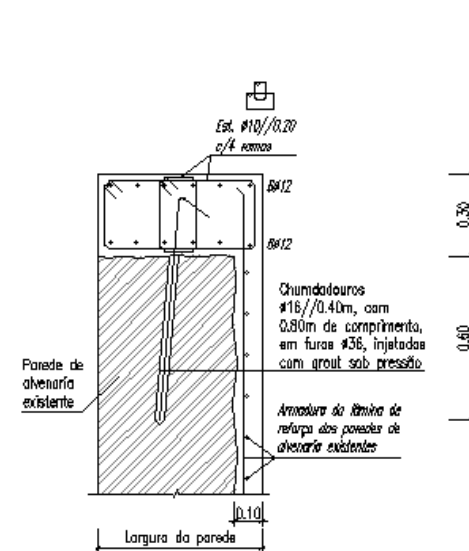
Tipo 2

Corte vertical



Tipo 3

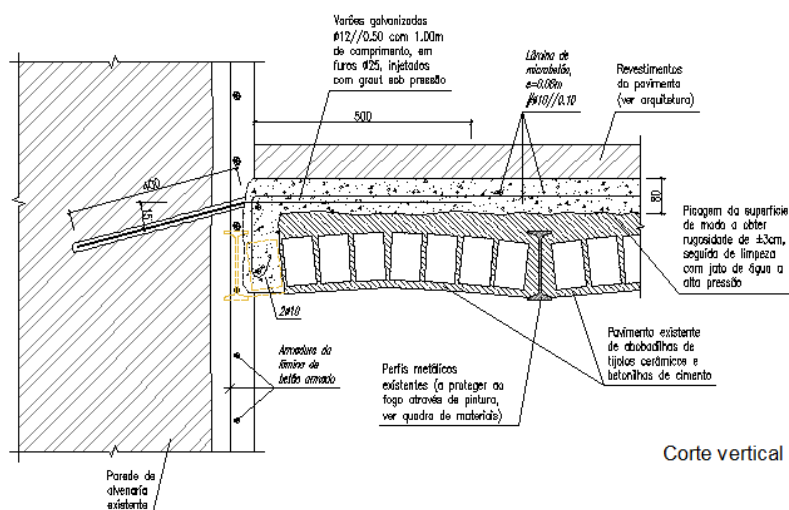
Corte vertical



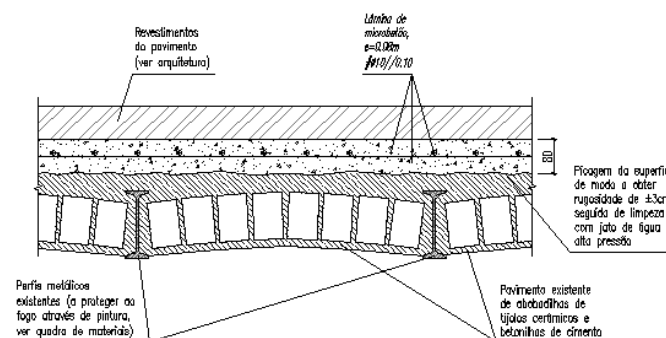
(Pormenores – Lintéis de BA de coroamento das paredes de alvenaria existentes a manter)

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

Corte vertical na ligação à lâmina de betão armado em paredes exteriores



Corte vertical



- A solução de reforço sísmico com a introdução de lâminas de microbetão e de novas paredes de betão armado funcionará de forma conjunta com a constituição de diafragmas rígidos ao nível dos pisos;
- Reforço dos pavimentos existentes:
 - ✓ Pavimentos existentes de abobadilhas cerâmicas apoiados em vigas metálicas secundárias: adotam-se lâminas de microbetão/betonilhas armadas com 8cm de espessura, colocadas sobre as lâminas de compressão existentes dos pavimentos de abobadilhas cerâmicas. Estas lâminas são colocadas após a remoção dos revestimentos existentes e picagem da superfície de ligação.

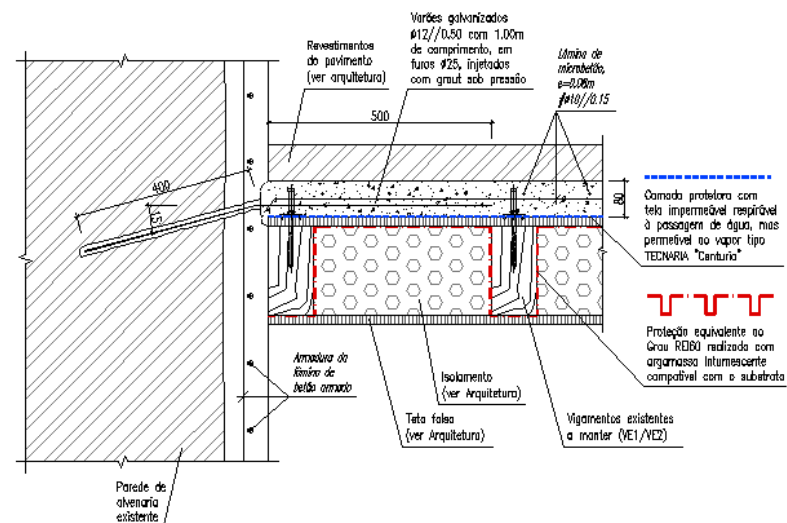
(Pormenores – Reforço dos pavimentos de abobadilhas existentes, com novas lâminas de microbetão)

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

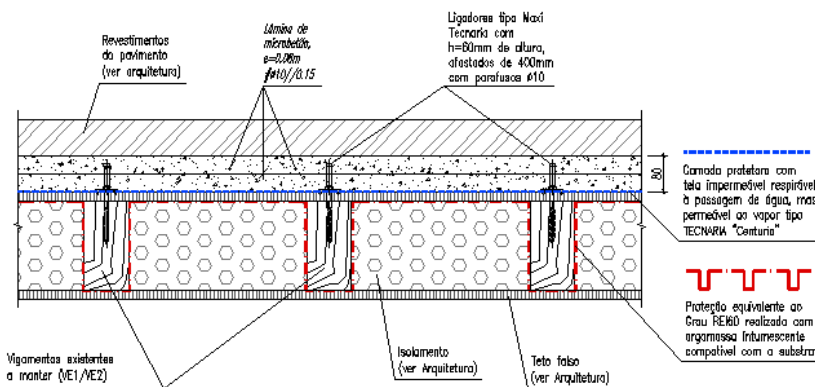
- Reforço dos pavimentos existentes:

- ✓ Pavimentos existentes e madeira: adotam-se lâminas de microbetão/betonilhas armadas com 8cm de espessura, colocadas sobre os soalhos de madeira e ligadas por intermédio de conectores metálicos aos vigamentos de madeira existentes. Esta solução tira partido do comportamento misto madeira-betão.

Corte vertical na ligação à lâmina de betão armado em paredes exteriores



Corte perpendicular aos vigamentos



(Pormenores – Reforço dos pavimentos de madeira existentes, com novas lâminas de microbetão)

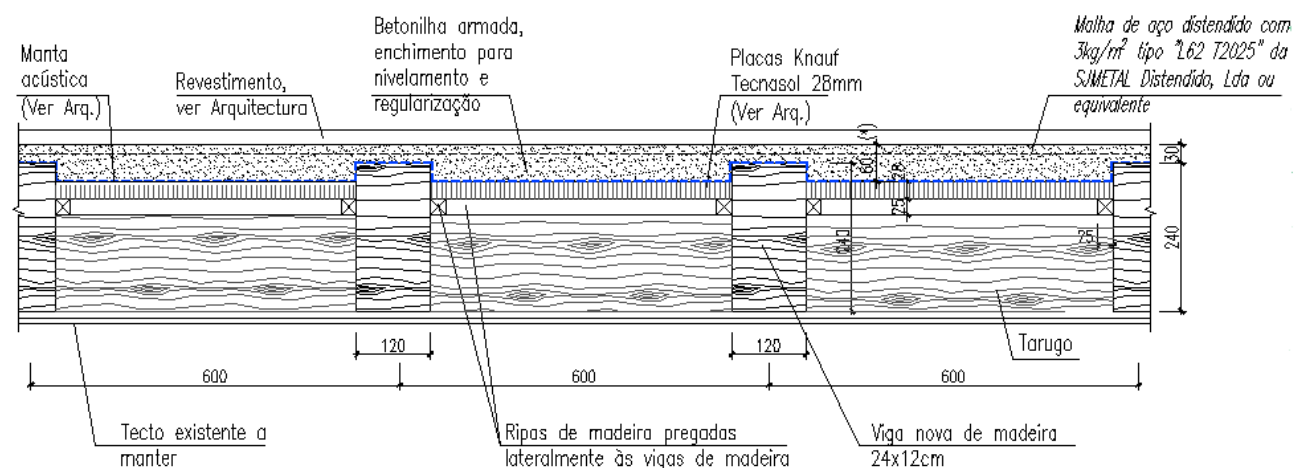
Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

- Novos pavimentos mistos madeira-betão, de modo a criar diafragma rígido.

VN1 - VIGAS NOVAS 24x12//0.60m

Esc. 1:10 (mm)

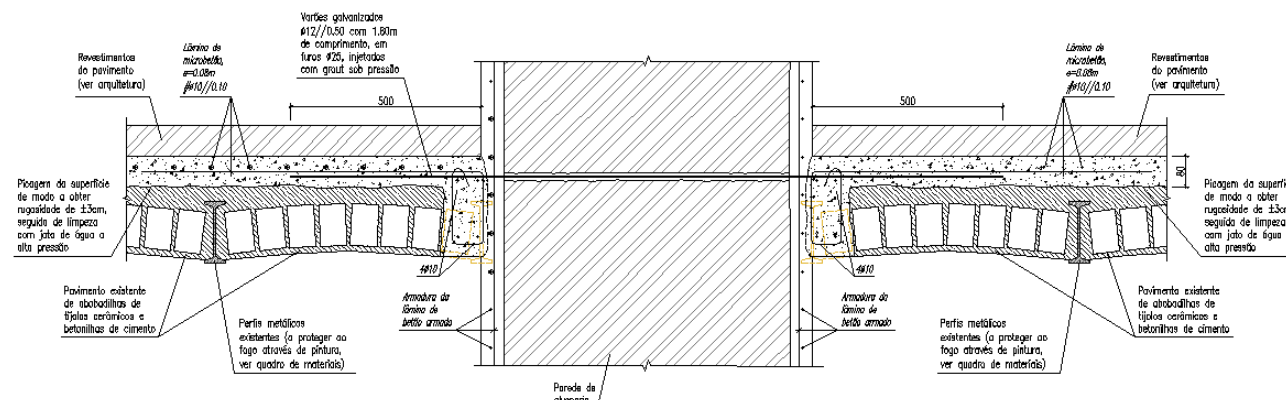
Corte transversal



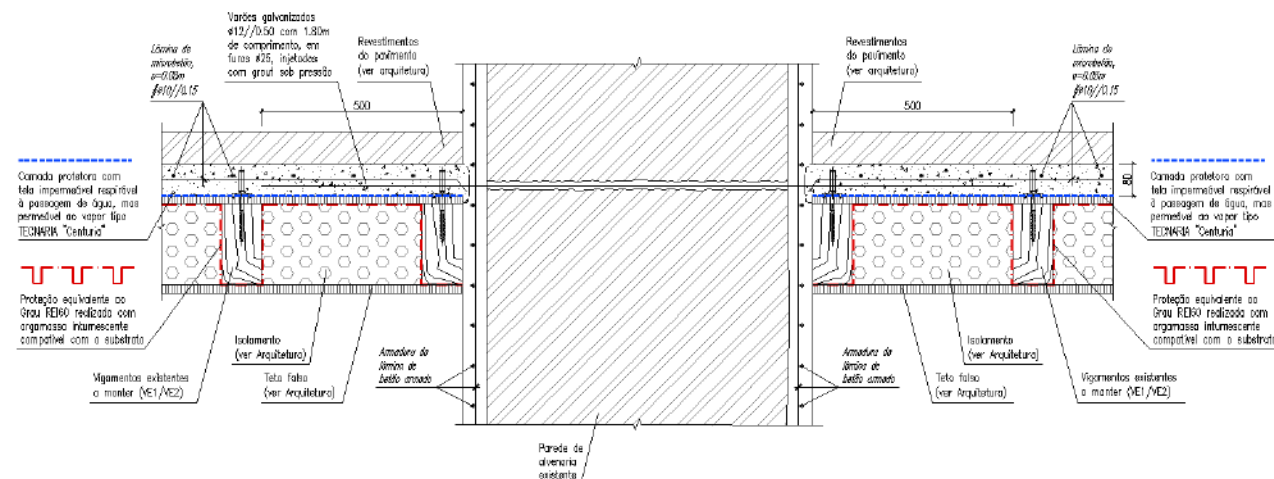
(Pormenores – Novos pavimentos mistos madeira-betão, com novas lâminas de microbetão com 6cm)

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

Corte vertical na ligação à lâmina de betão armado em paredes interiores



Corte vertical na ligação à lâmina de betão armado em paredes interiores

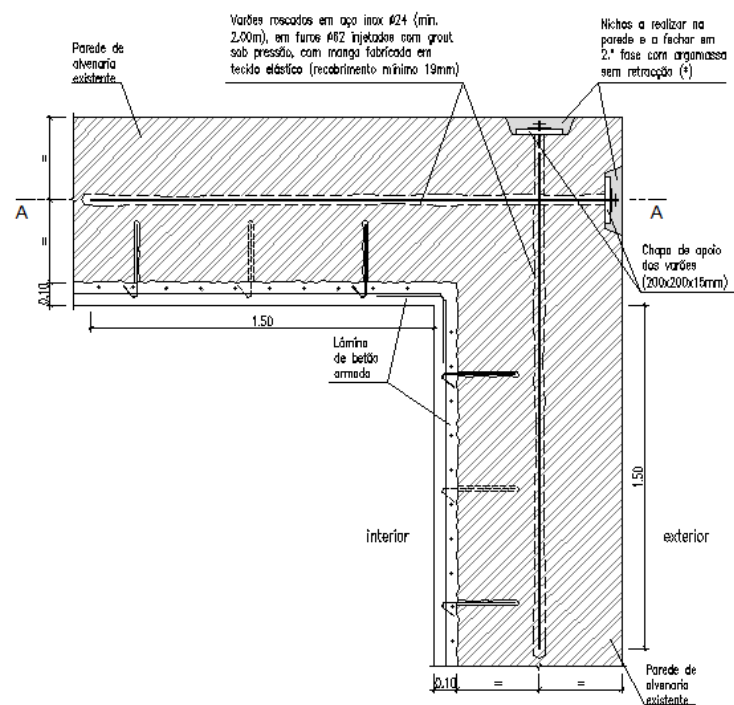


(Pormenores – Ligação das lâminas de microbetão de reforço dos pavimentos às paredes interiores)

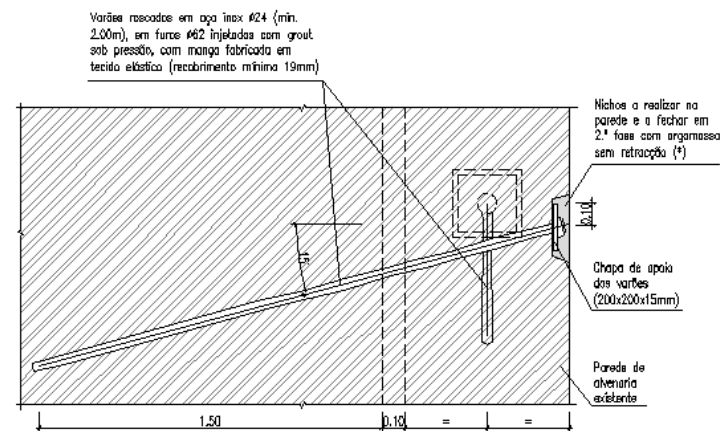
15/11/2022

Solução Estrutural – Ed. 1 e 2

Planta tipo

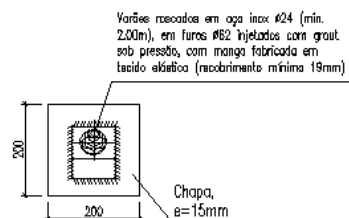


Corte A-A



Chapa de apoio do varão

Eac. 1:10 (mm)



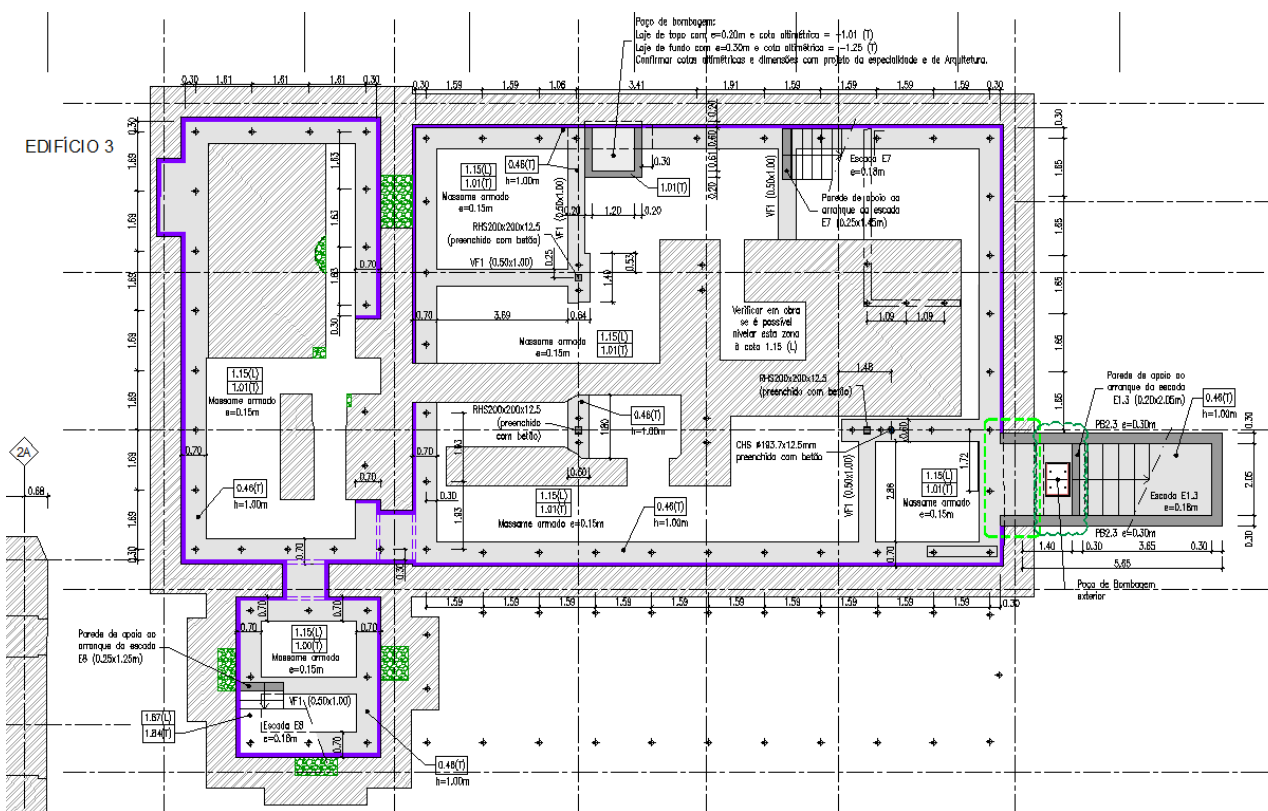
NOTA:
Sempre que possível as pregagens deverão ser colocadas ao nível dos pisos e a meia altura entre pisos

(*) - Acabamento / tamponamento a definir pela arquitetura



(Pormenor – Pregagens de panos ortogonais de paredes de alvenaria existentes)

Solução Estrutural – Ed. 3

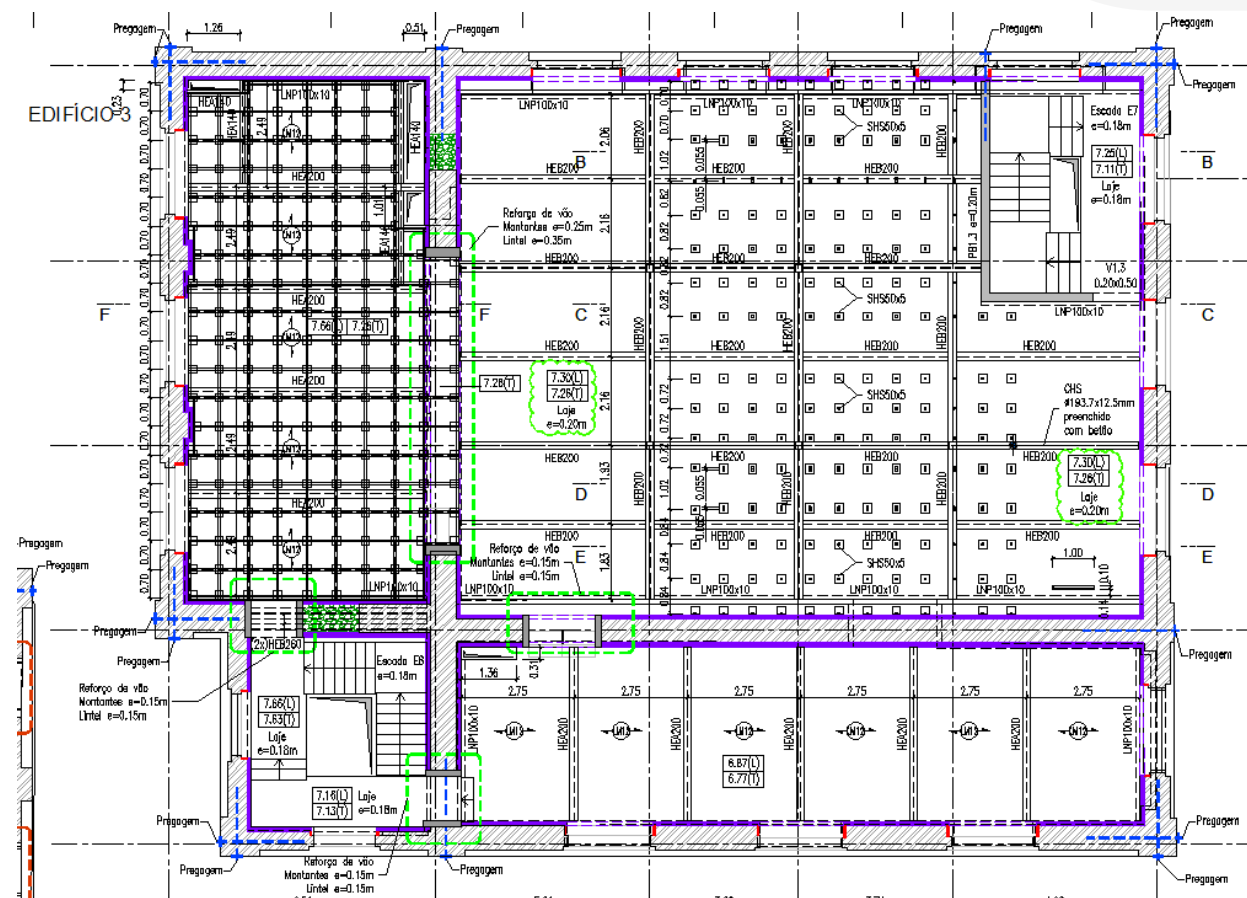


(Ed. 3 – Planta de fundações)

- Edifício mais baixo (2 pisos elevados + cobertura), com uma cave;
- Imposição de manter os muros de suporte da maquinaria original da fábrica;
- Demolição dos pavimentos metálicos existentes no interior, relativamente recentes;
- Criação de novos espaços amplos de refeitório (piso 0), construção de um anfiteatro (piso 1) e piso técnico + régie (piso 2);
- Manutenção das asnas metálicas existentes constituídas por perfis de elevada esbelteza;
- Introdução de novos pavimentos em estrutura mista aço-betão;
- Novos pilares metálicos em perfis tubulares RHS;

Solução Estrutural – Ed. 3

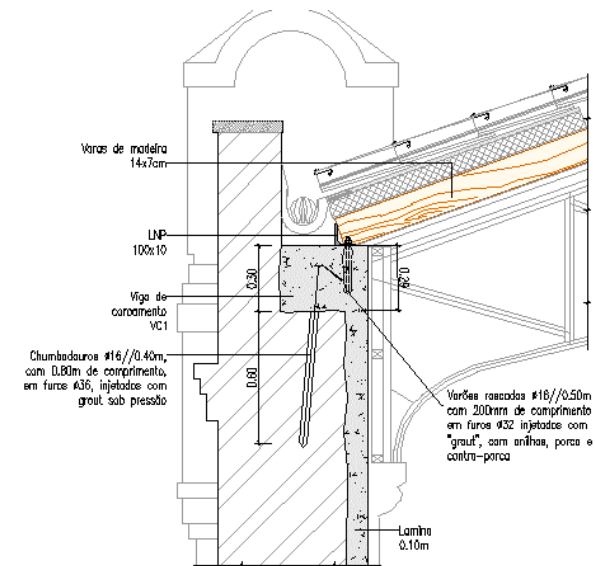
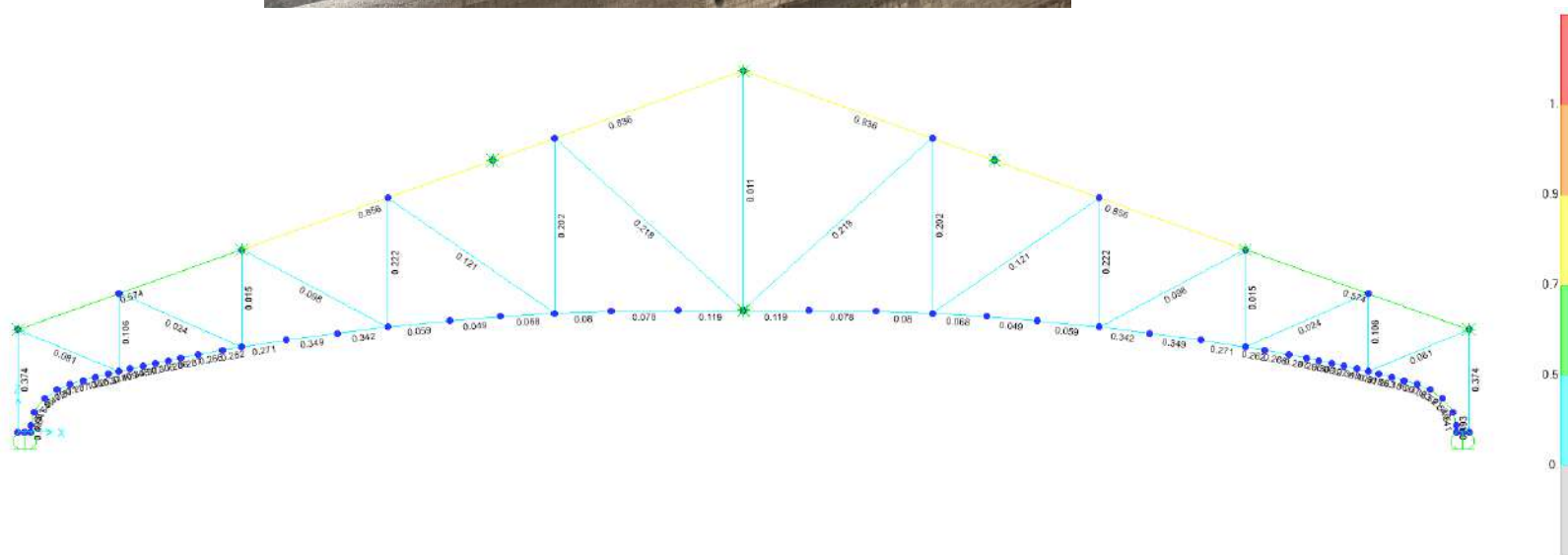
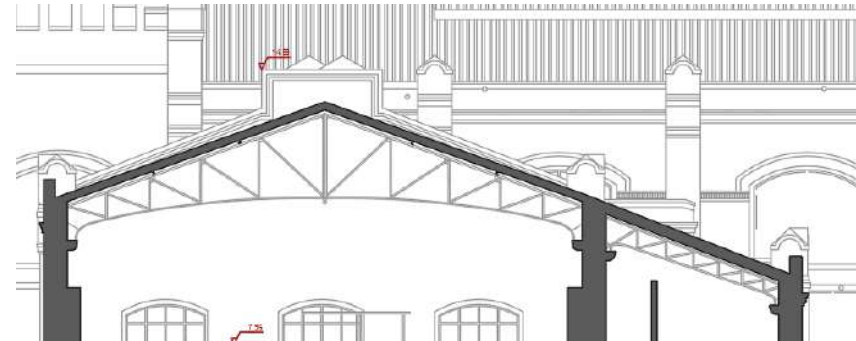
- Aplicação generalizada de lâminas de microbetão projetado esp. 6cm/10cm, fixas com chumbadouros, 4cm no interior dos vãos das fachadas;
- Lintéis de fundação corridos 60cm/70cm x 1.00m, encabeçando microestacas com afastamentos de cerca de 1.80m;
- Vigas de fundação interligando o novo sistema de fundações indiretas;
- Microestacas 500kN/400kN (compressão/tração) - TM80 ϕ 139,7x9,0mm com cerca de 27m de comprimento;
- Introdução de novas paredes/núcleos de elevadores de betão armado (em geral com esp. 20cm), fundados em maciços de encabeçamento de microestacas, com 1.00m de altura.



(Ed. 3 – Planta do Piso 1)

Solução Estrutural – Ed. 3

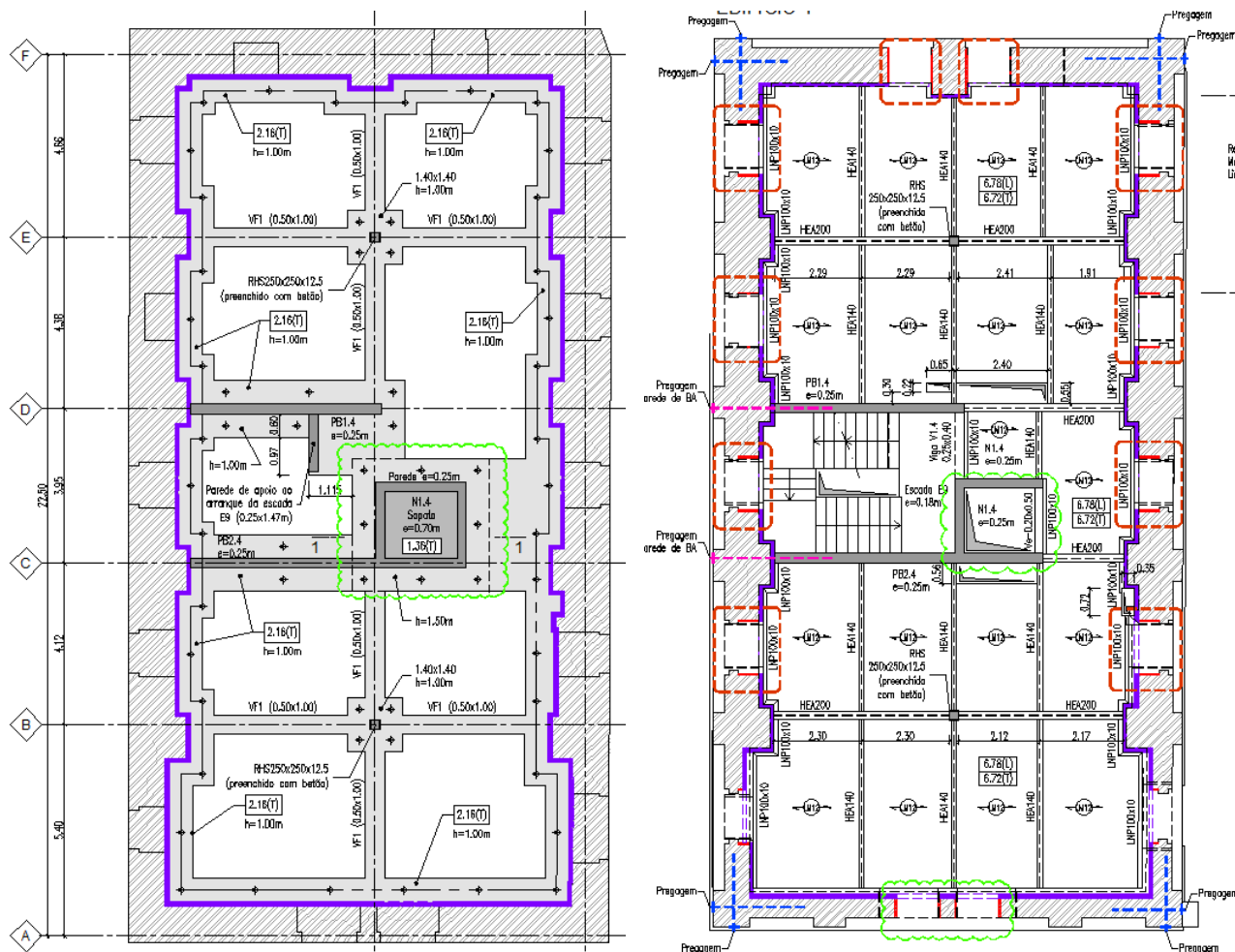
Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Ed. 3 – Asnas metálicas existentes a manter | Rácios ELU modelo | Pormenor coroamento)

15/11/2022

Solução Estrutural – Ed. 4

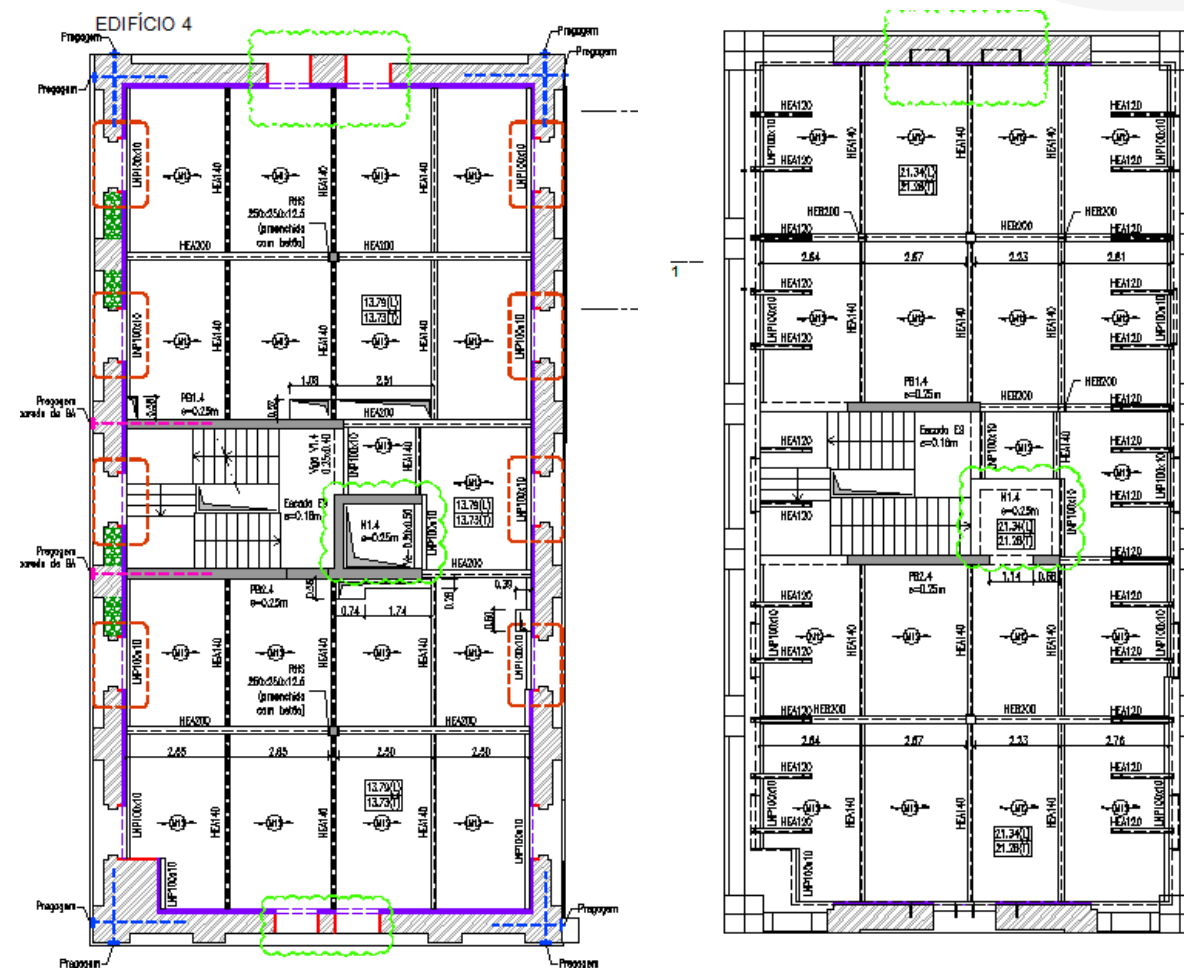


(Ed. 3 – Planta de fundações | Planta do piso 1)

- Edifício mais alto, com 5 pisos elevados + cobertura;
- Edifício originalmente para silos, muito alterado: estrutura interior recente com pórticos metálicos e asnas de madeira;
- Demolição integral de todo o miolo interior;
- Novos pisos em estrutura mista aço-betão com cofragens metálicas colaborantes nervuradas (tipo Haircol 59s);
- Vigas mistas aço-betão com conexão mista (HEA/HEB), suportadas por novos pilares metálicos RHS.
- Novo núcleo de escadas e elevador de BA;
- Novos pilares metálicos em perfis tubulares RHS;

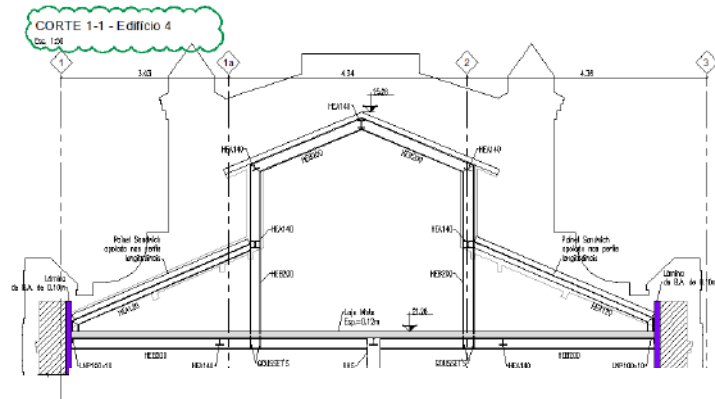
Solução Estrutural – Ed. 4

- Aplicação generalizada de lâminas de microbetão projetado esp. 6cm/10cm, fixas com chumbadouros, 4cm no interior dos vãos das fachadas;
- Lintéis de fundação corridos 60cm/70cm x 1.00m, encabeçando microestacas com afastamentos de cerca de 1.80m;
- Vigas de fundação interligando o novo sistema de fundações indiretas;
- Microestacas 500kN/400kN (compressão/tração) - TM80 $\phi 139,7 \times 9,0$ mm com cerca de 27m de comprimento;
- Introdução de novas paredes/núcleos de elevadores de betão armado (em geral com esp. 20/25cm), fundados em maciços de encabeçamento de microestacas, com 1.00m de altura.



(Ed. 4 – Planta do piso 3 | Planta do piso 5 – arranque nova cobertura)

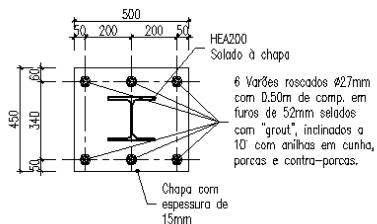
Solução Estrutural – Ed. 4



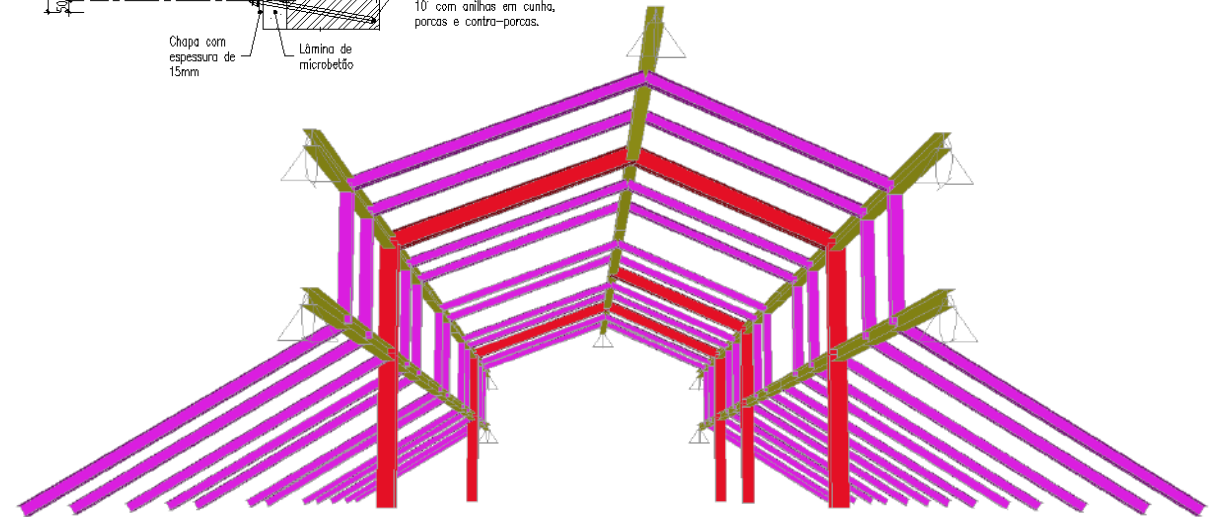
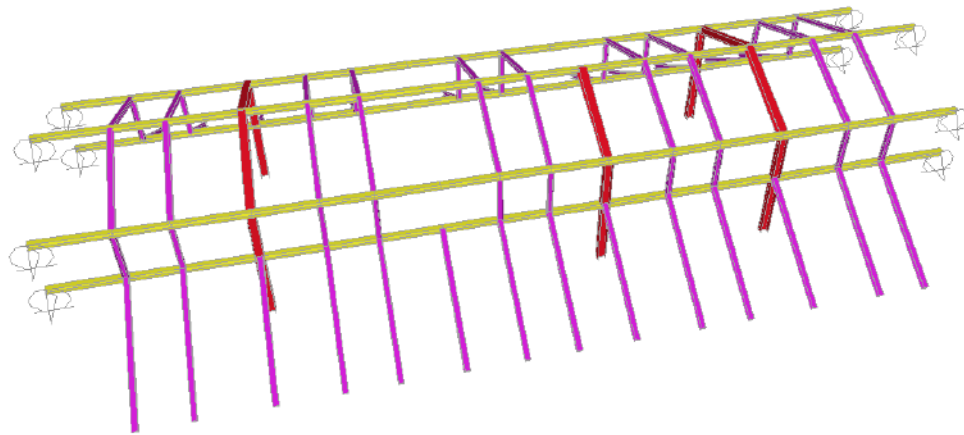
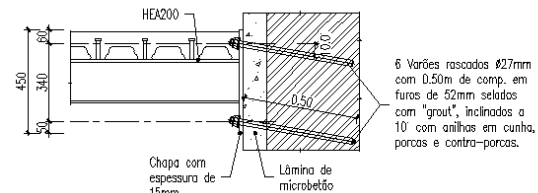
LIGAÇÃO DOS HEA200 ÀS PAREDES DE ALVENARIA - EDIFÍCIO 4

Esc. 1:20 (mm)

Corte Horizontal



Alçado

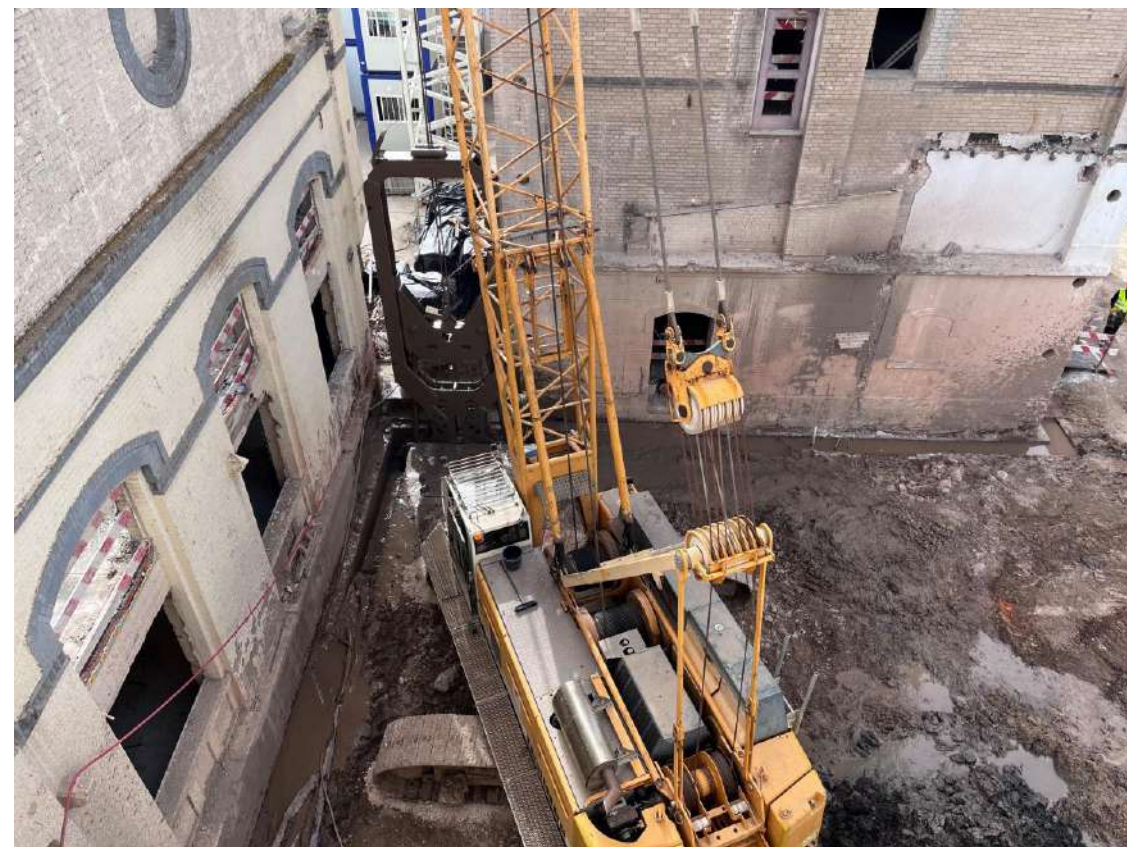
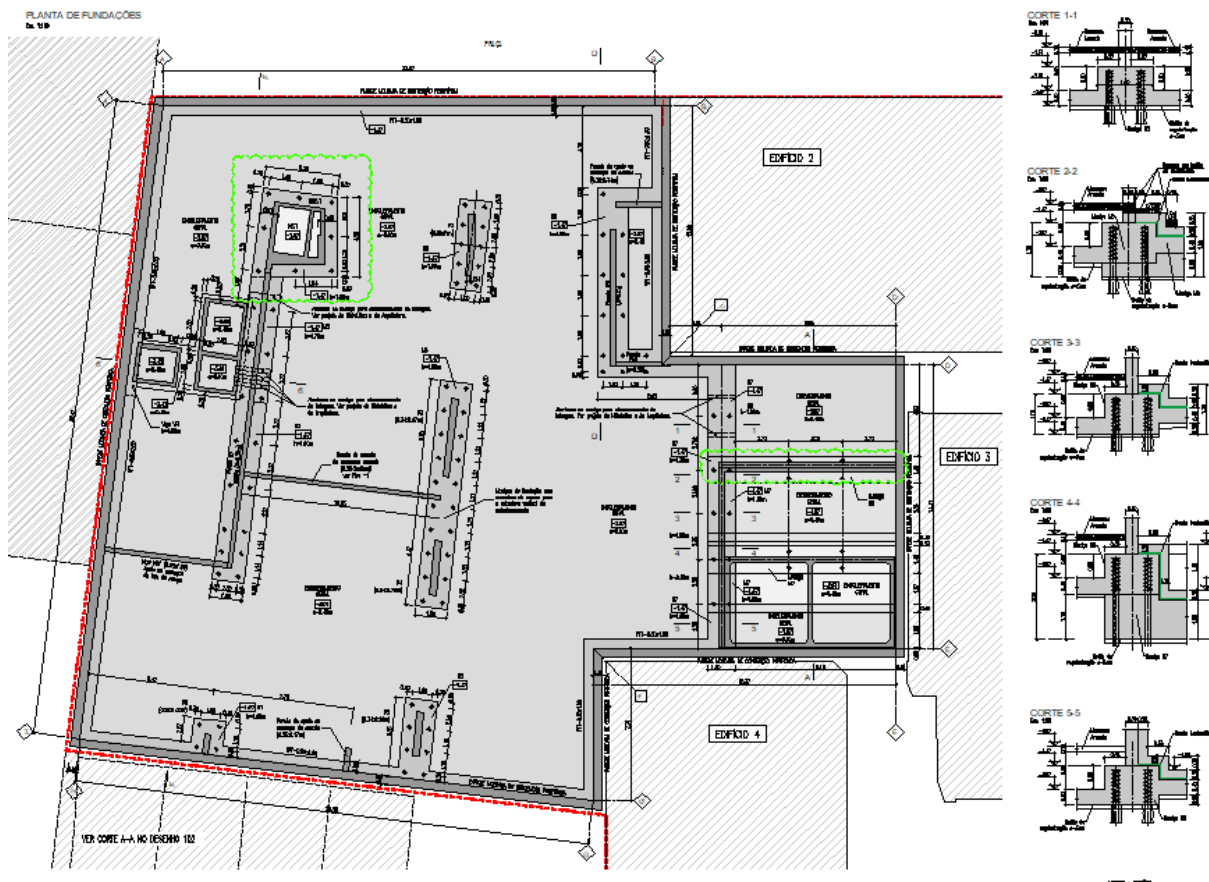


(Ed. 4 – Nova cobertura - Corte transversal | Pormenor ligação vigas mistas | Modelo de cálculo)

15/11/2022

Solução Estrutural – Ed. 5

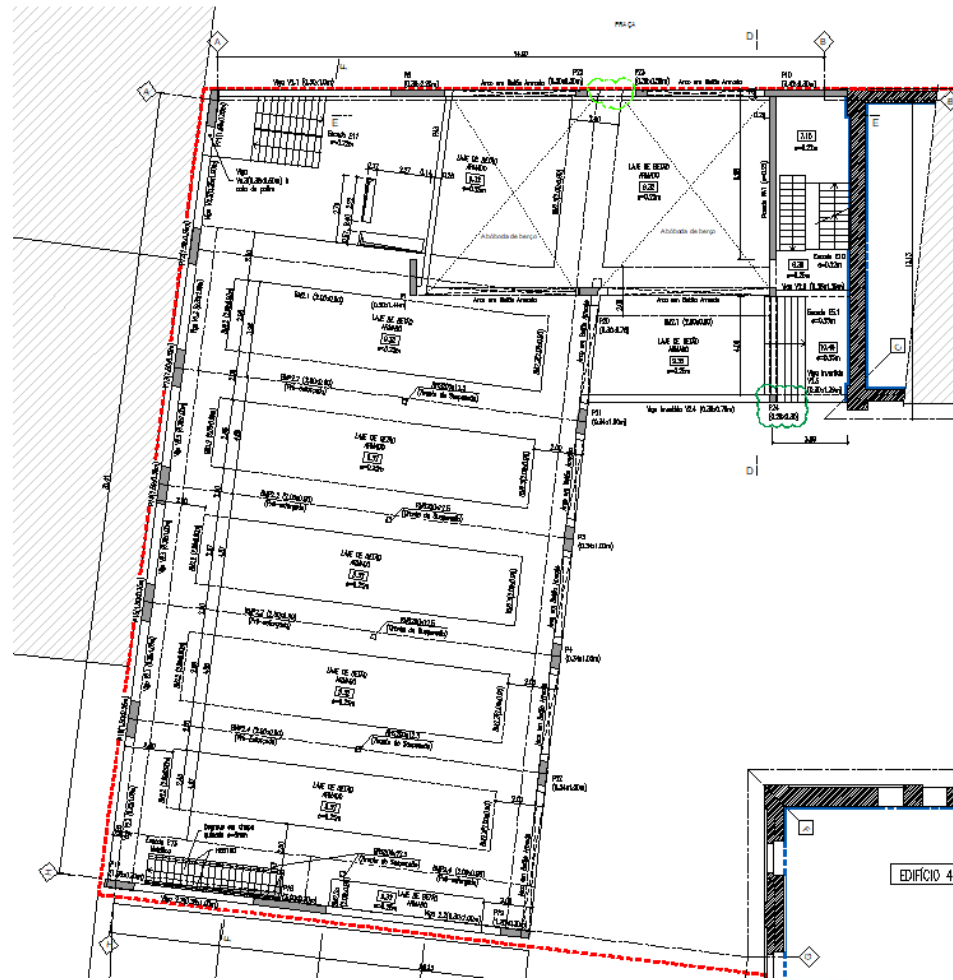
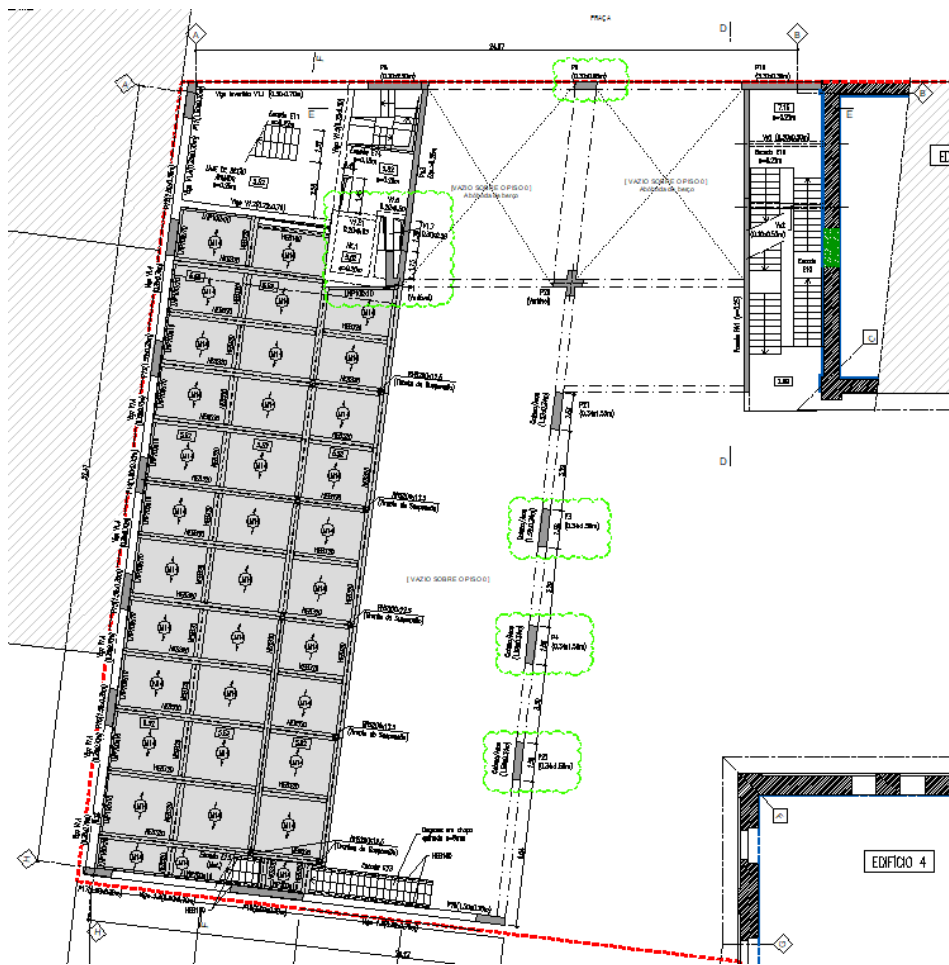
Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Ed. 5 – Planta de fundações | Ensoleiramento geral | Contenção Paredes moldadas ancoradas)

Solução Estrutural – Ed. 5

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



(Ed. 5 – Planta do Piso 1 | Planta do Piso 2)

Solução Estrutural – Ed. 5

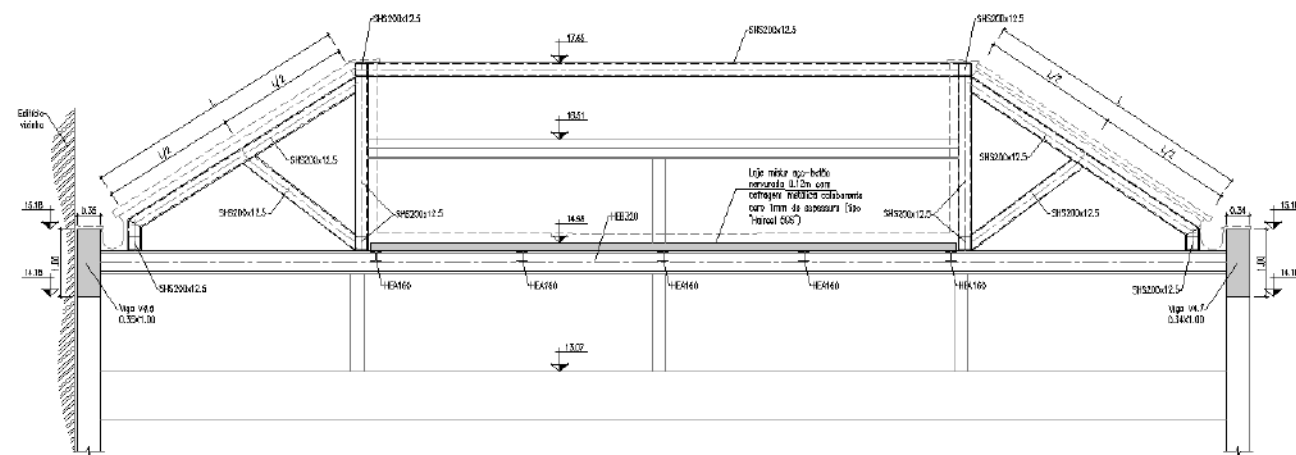
Sessão 5

Reabilitação da Fábrica

“A Napolitana”

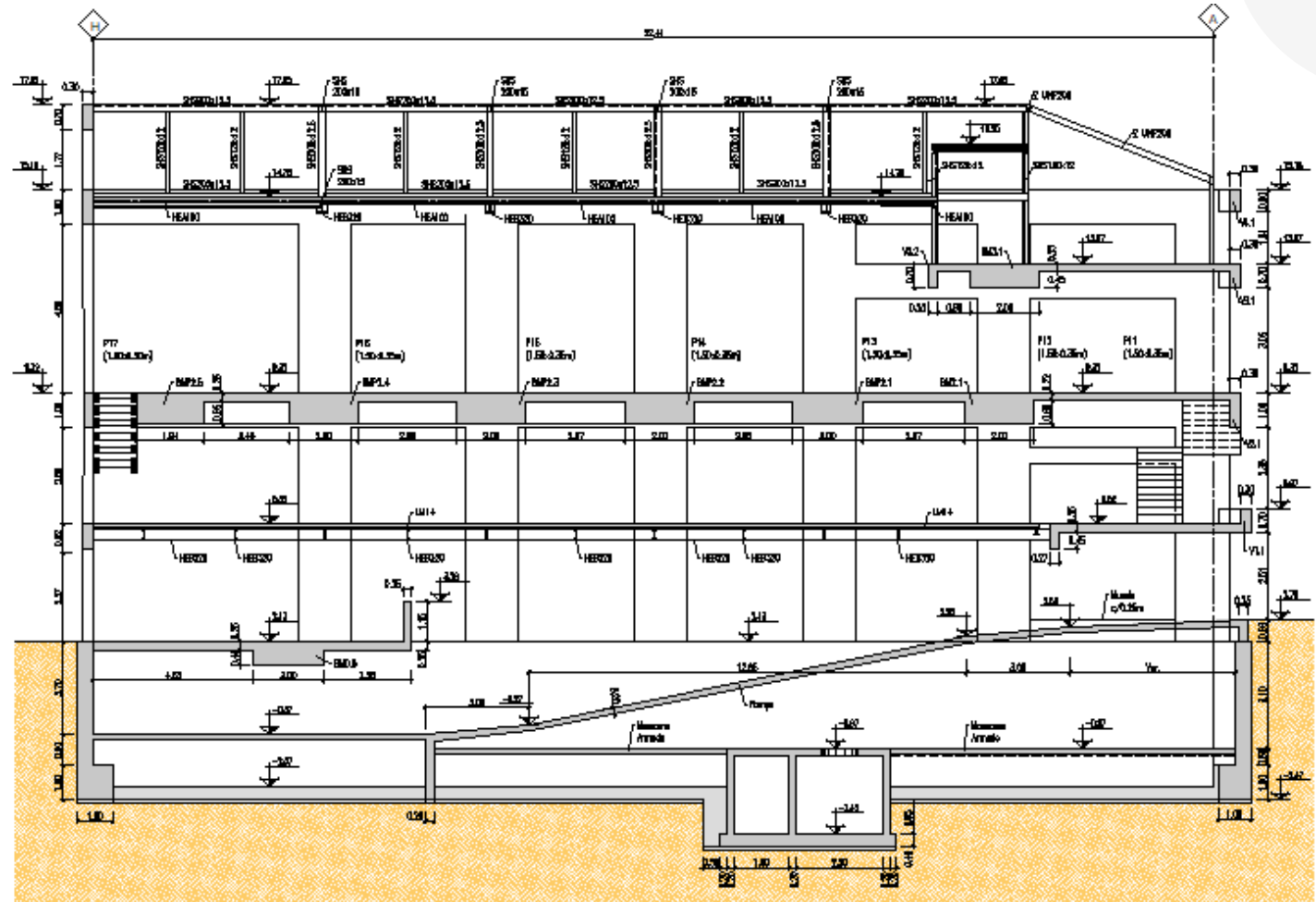
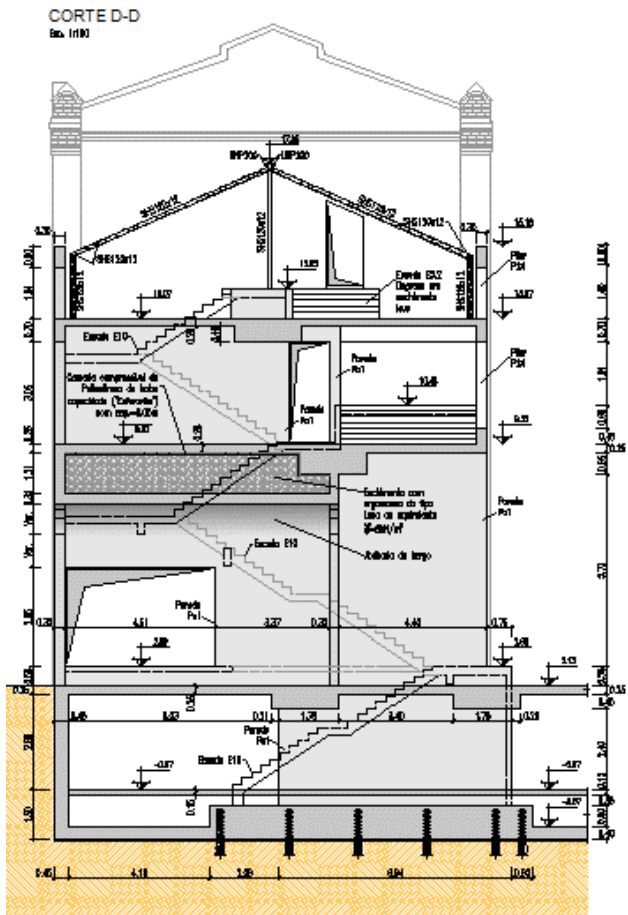
João Appleton

Rui Pombo



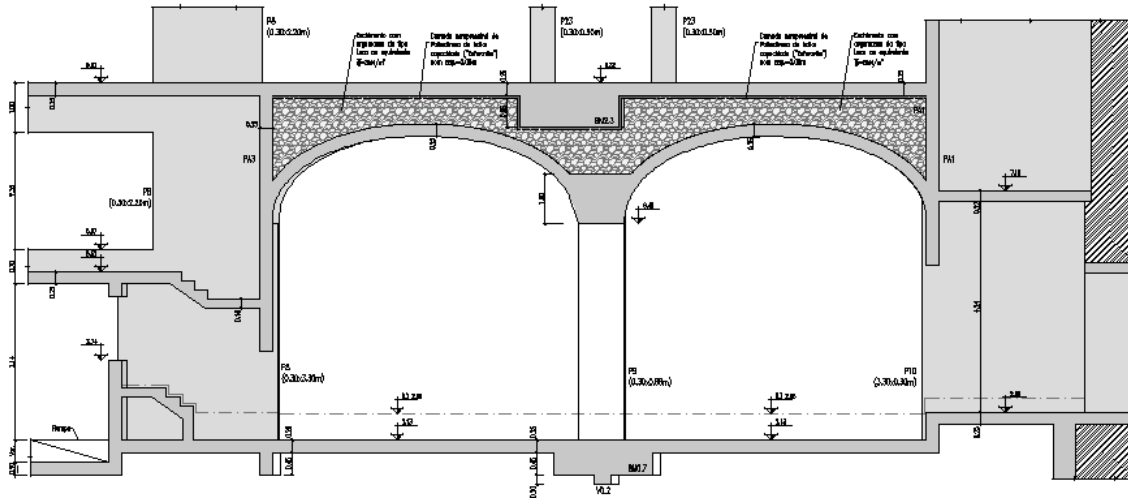
(Ed. 5 – Cobertura – Planta e Corte transversal)

Solução Estrutural – Ed. 5



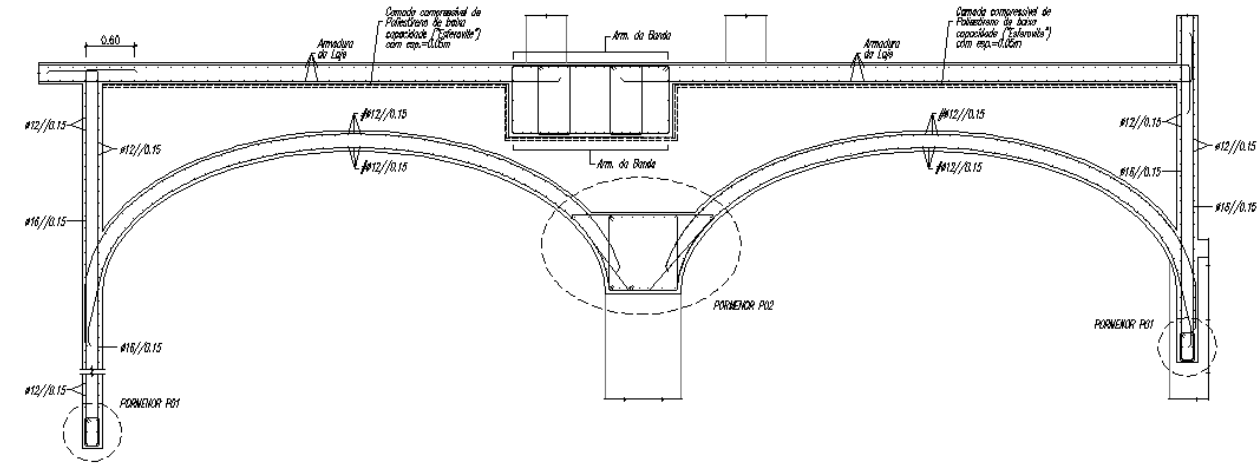
(Ed. 5 – Corte Transversal e Longitudinal)

Solução Estrutural – Ed. 5



ARMADURA DAS ABÓBODAS
Corte Tipo

Esc. 1:50



(Ed. 5 – Corte Transversal e Longitudinal| Fotomontagem)

15/11/2022

Obra

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo



15/11/2022

JORNADAS
ReSist

a2p
estudos e projectos

Obra



Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Rui Pombo

Ficha Técnica

Projetos de Estabilidade A2P

João Appleton

Vasco Appleton

Rui Pombo

Maria Roquette

Eduardo Costa

Arquitetura

Frederico Valsassina Arquitetos

Construtor

SANJOSE

Fiscalização

Engexpor



Obrigado

15/11/2022

Análise Sísmica dos Edifícios de Alvenaria Existentes de acordo com o Eurocódigo 8: Parte 3

Eng.º Eduardo Costa

REGULAMENTAÇÃO EXISTENTE

EUROCÓDIGO 8: PARTE 3

ESTADOS LIMITE – DEFINIÇÃO [EC8-3]

2 Requisitos de desempenho e critérios de conformidade

2.1 Requisitos fundamentais

Estado limite de limitação de dano (DL). A estrutura apresenta apenas danos ligeiros, tendo-se mantido os seus elementos estruturais sem incursões significativas no regime plástico e conservando as suas características de resistência e rigidez. Os elementos não estruturais, como as divisórias e os elementos de enchimento, poderão apresentar fendilhação distribuída, sendo económica uma sua reparação. Os deslocamentos laterais permanentes são desprezáveis. A estrutura não necessita de qualquer reparação.

Estado limite de danos severos (SD). A estrutura apresenta danos significativos, com alguma resistência e rigidez laterais residuais, e os elementos verticais são capazes de suportar cargas verticais. Os elementos não estruturais apresentam danos, se bem que as divisórias e os elementos de enchimento não tenham sofrido rotura para fora do plano. Observam-se deslocamentos permanentes moderados. A estrutura pode suportar réplicas sísmicas de intensidade moderada. Uma reparação da estrutura não é, provavelmente, económica.

Estado limite de colapso iminente (NC). A estrutura encontra-se severamente danificada, com reduzidas resistência e rigidez laterais residuais, ainda que os elementos verticais mantenham a capacidade de suportar cargas verticais. A maior parte dos componentes não estruturais colapsaram. Observam-se importantes deslocamentos permanentes. A estrutura está próxima do colapso e provavelmente não resistiria à ação de outro sismo, mesmo que de intensidade moderada.

AÇÃO SÍSMICA – ESTADOS LIMITE [ANEXO NACIONAL]

Em Portugal os estados limite a verificar dependem da classe de importância do edifício. Para os edifícios pertencentes às classes de importância III e IV (ver 4.4.10(1) da presente norma e 4.2.5(4)P da NP EN 1998-1:2010) devem ser verificados os seguintes estados limites (ver 2.1(1)P):

- estado limite de colapso iminente (NC);
- estado de limite de danos severos (SD);
- estado limite de limitação de dano (DL).

Para os edifícios pertencentes às classes de importância I e II (ver 4.4.10(1) da presente norma e 4.2.5(4)P da NP EN 1998-1:2010) deve ser verificado o estado limite de danos severos (SD) (ver 2.1(1)P).

- estado limite de colapso iminente (NC): período de retorno de 975 anos correspondente a uma probabilidade de excedência de 5% em 50 anos;
- estado limite de danos severos (SD): período de retorno de 308 anos correspondente a uma probabilidade de excedência de 15% em 50 anos;
- estado limite de limitação de dano (DL): período de retorno de 73 anos correspondente a uma probabilidade de excedência de 50% em 50 anos.

Quadro NA.I – Coeficientes multiplicativos da ação sísmica de referência para obtenção da aceleração máxima de referência para aplicação da NP EN 1998-3

Estado limite	Ação sísmica Tipo 1	Ação sísmica Tipo 2	
		Continente	Açores
de colapso iminente (NC)	1,62	1,33	1,22
de danos severos (SD)	0,75	0,84	0,89
de limitação de dano (DL)	0,29	0,47	0,55

Anexo C **(informativo)** **Edifícios de alvenaria**

C.1 Objetivo e campo de aplicação

(1) O presente Anexo contém recomendações relativas à avaliação e ao projeto de reabilitação de edifícios de alvenaria em zonas sísmicas.

(2) As recomendações da presente secção aplicam-se aos elementos de contraventamento de alvenaria de betão ou de tijolo, que fazem parte de um sistema de construção de alvenaria não armada, confinada ou armada.

C.3 Métodos de análise

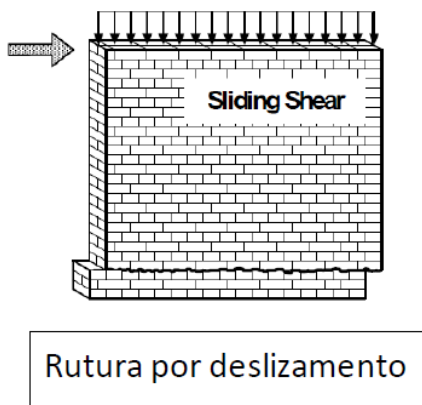
C.3.2 Métodos lineares: métodos estático e multimodal

(1) Estes métodos são aplicáveis nas condições seguintes, em complemento das condições gerais de 4.4.2(1)P.

- i. As paredes de contraventamento são dispostas de forma regular nas duas direções horizontais.
- ii. As paredes são contínuas ao longo de toda a sua altura.
- iii. Os pavimentos possuem uma rigidez no plano suficiente e as ligações destes às paredes periféricas permitem admitir que os pavimentos podem distribuir as forças de inércia entre os elementos verticais como diafragmas rígidos.
- iv. Os pavimentos nos lados opostos de uma mesma parede estão à mesma altura.
- v. Em cada piso, a relação entre as rigidezes no plano da parede de maior rigidez e da parede sísmica primária mais fraca, avaliadas tendo em conta a presença de aberturas, não excede 2,5.
- vi. Os lintéis de alvenaria incluídos no modelo são feitos de blocos devidamente ligados aos das paredes adjacentes ou incluem elementos de ligação.

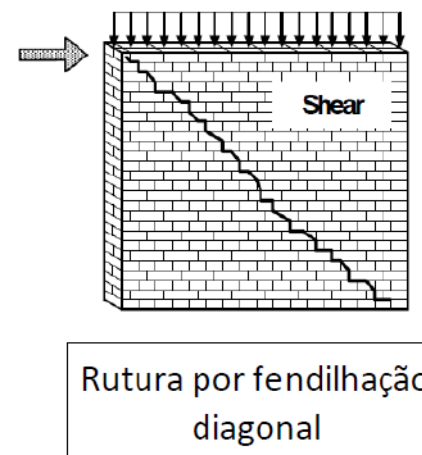
MODOS DE ROTURA DE PAREDES DE ALVENARIA – AÇÕES HORIZONTAIS

1.1 Rotura por deslizamento

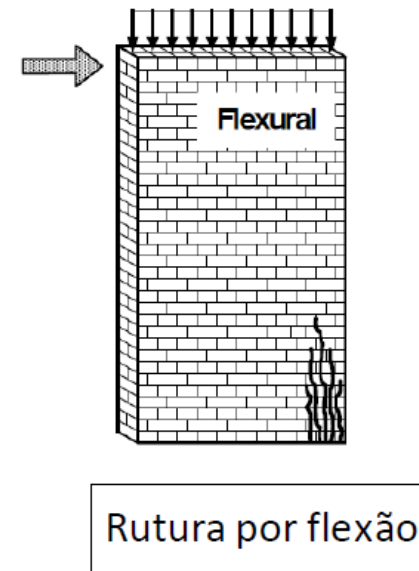


Ocorre em geral em paredes de alvenaria regulares.

1.2 Rotura por fendilhação diagonal



Ocorre em elementos de alvenaria (paredes e lintéis) regulares e irregulares.



ESTADOS LIMITE – EXIGÊNCIAS

C.4.2 Elementos sujeitos a esforço axial e flexão

C.4.2.1 Estado limite de danos severos (SD)

(1) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada é controlada pela flexão, se o valor da sua capacidade em relação ao esforço transversal indicado em C.4.2.1(3) for inferior ao valor indicado em C.4.3.1(3).

Modo de rotura condicionante

(2) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada controlada pela flexão poderá ser expressa em termos do deslocamento relativo e considerada igual a $0,008 \cdot H_0 / D$ para as paredes sísmicas primárias e a $0,012 \cdot H_0 / D$ para as secundárias, em que:

Verificação por deslocamentos

D dimensão horizontal no plano da parede (comprimento),

H_0 distância entre a secção em que é atingida a capacidade de flexão e o ponto de inflexão.

(3) A capacidade em relação ao esforço transversal de uma parede de alvenaria não armada controlada pela flexão sob um esforço axial N , poderá ser considerada igual:

$$V_f = \frac{DN}{2H_0} (1 - 1,15 v_d) \quad (C.1)$$

Verificação por forças

C.4.2.2 Estado limite de colapso iminente (NC)

(1) Aplicam-se C.4.2.1(1) e C.4.2.1(3).

(2) A capacidade de uma parede de alvenaria controlada pela flexão poderá ser expressa em termos do deslocamento relativo e considerada igual a $\frac{4}{3}$ dos valores indicados em C.4.2.1(2).

C.4.2.3 Estado limite de limitação de dano (DL)

(1) Aplica-se C.4.2.1(1).

(2) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada controlada pela flexão poderá ser considerada igual à capacidade em relação ao esforço transversal indicada em C.4.2.1(3).

ESTADOS LIMITE – EXIGÊNCIAS

C.4.3 Elementos sujeitos a esforço transversor ➡ Deslizamento

C.4.3.1 Estado limite de danos severos (SD)

(1) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada é controlada pelo esforço transversor, se o valor da sua capacidade em relação ao esforço transversor indicado em C.4.3.1(3) for inferior ou igual ao valor indicado em C.4.2.1(3).

(2) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada controlada pelo esforço transversor poderá ser expressa em termos do deslocamento relativo e considerada igual a 0,004 para as paredes sísmicas primárias e a 0,006 para as secundárias.

(3) A capacidade em relação ao esforço transversor de uma parede de alvenaria não armada controlada pelo esforço transversor sob um esforço axial N , poderá ser considerada igual a:

$$V_f = f_{vd} D' t \quad (C.2)$$

C.4.3.2 Estado limite de colapso iminente (NC)

(1) Aplicam-se C.4.3.1(1) e C.4.3.1(3).

(2) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada controlada pelo esforço transversor poderá ser expressa em termos de deslocamento relativo e considerada igual a $\frac{4}{3}$ dos valores indicados em C.4.3.1(2).

C.4.3.3 Estado limite de limitação de dano (DL)

(1) Aplica-se C.4.3.1(1).

(2) A capacidade de uma parede de alvenaria não armada controlada pelo esforço transversor poderá ser considerada igual à capacidade em relação ao esforço transversor indicada em C.4.3.1(3).

Modo de rotura condicionante

Verificação por deslocamentos

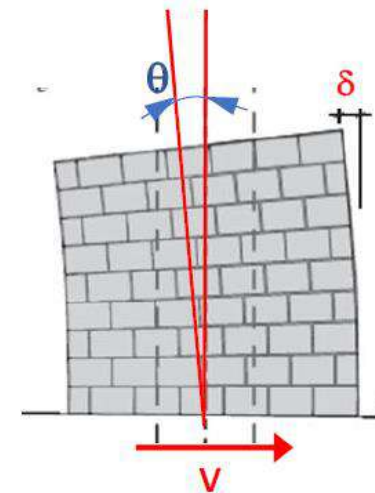
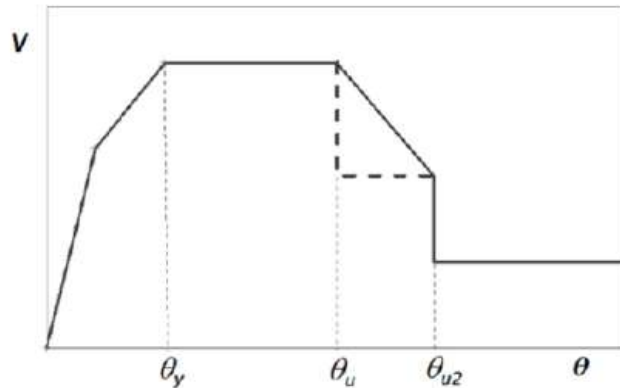
Verificação por forças

Rutura por fendilhação diagonal

Alvenarias regulares e irregulares

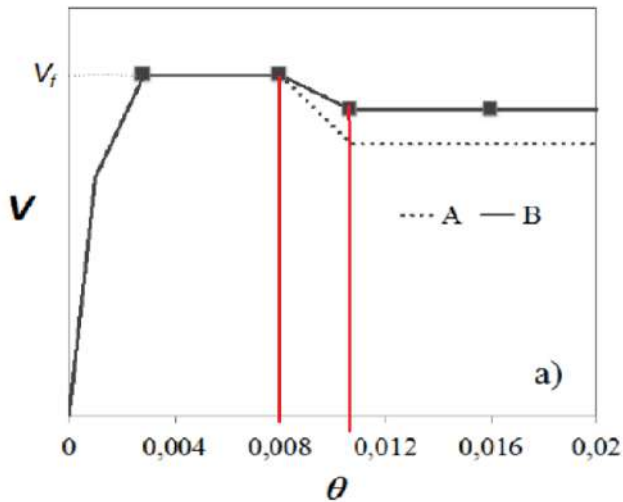
$$V_d = \frac{dt}{b} f_t \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{f_t}}$$

ABORDAGEM PELOS DESLOCAMENTOS

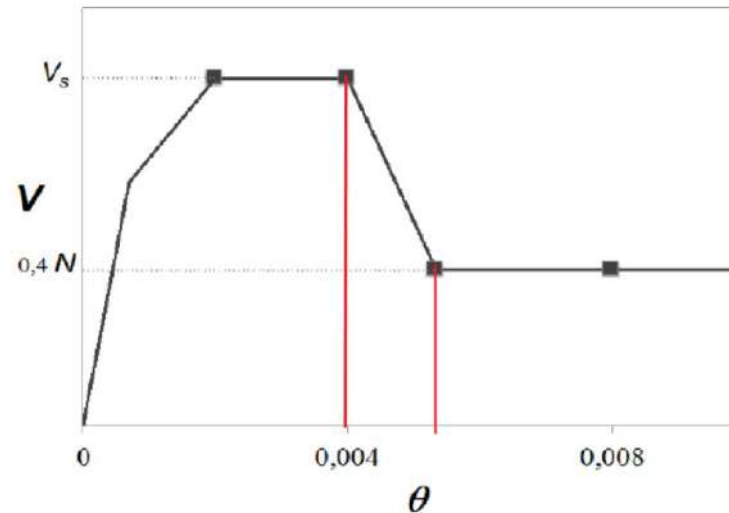


Estado limite	DL	SD	NC
---------------	-----------	-----------	-----------

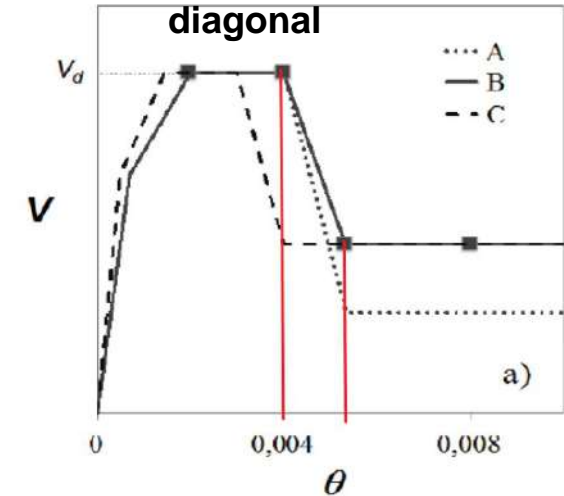
Flexão



Deslizamento



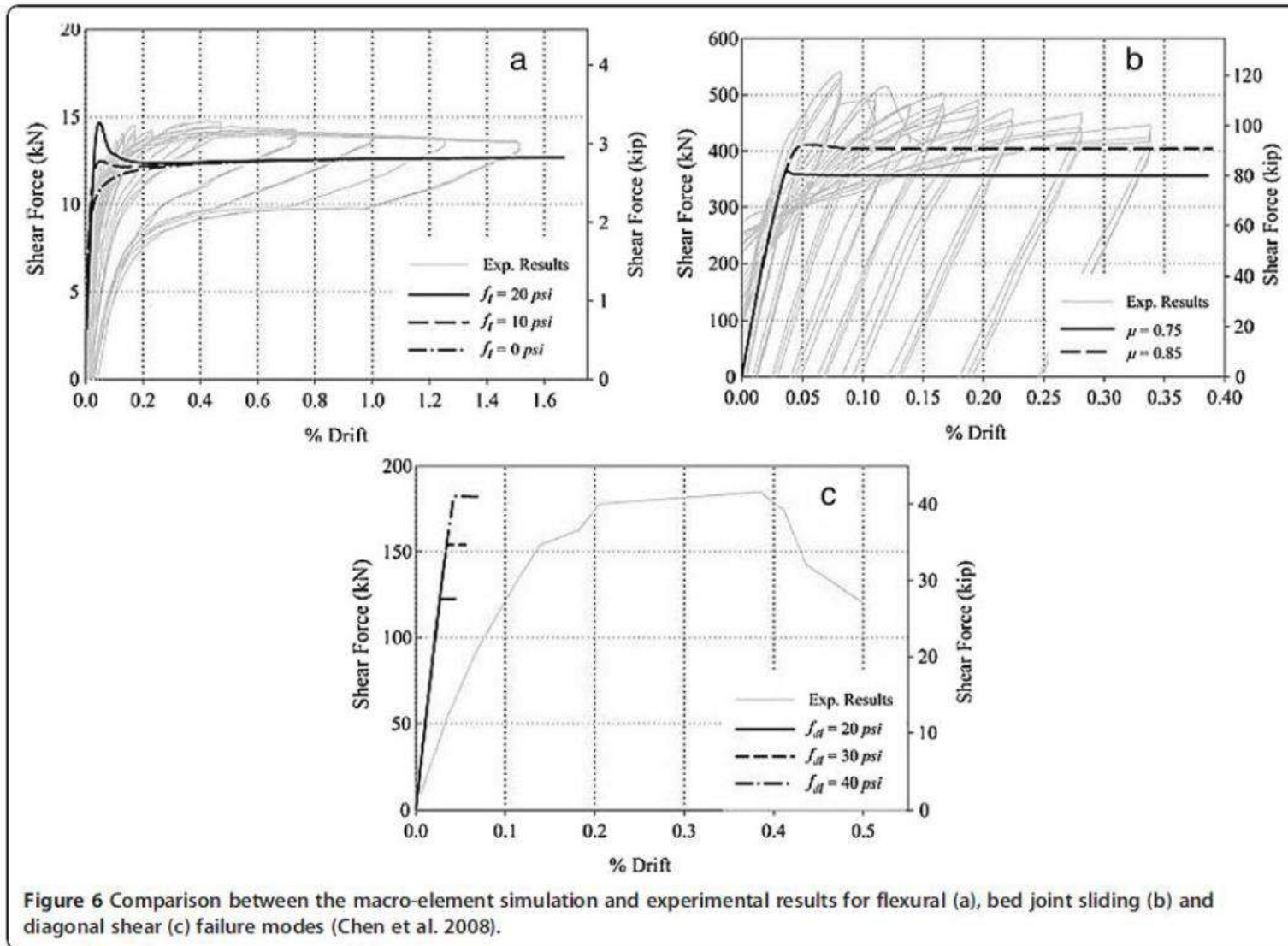
Fendilhação diagonal



Paredes de alvenaria de pedra têm comportamento dúctil

ABORDAGEM PELOS DESLOCAMENTOS

Dutibilidade das paredes de alvenaria de pedra



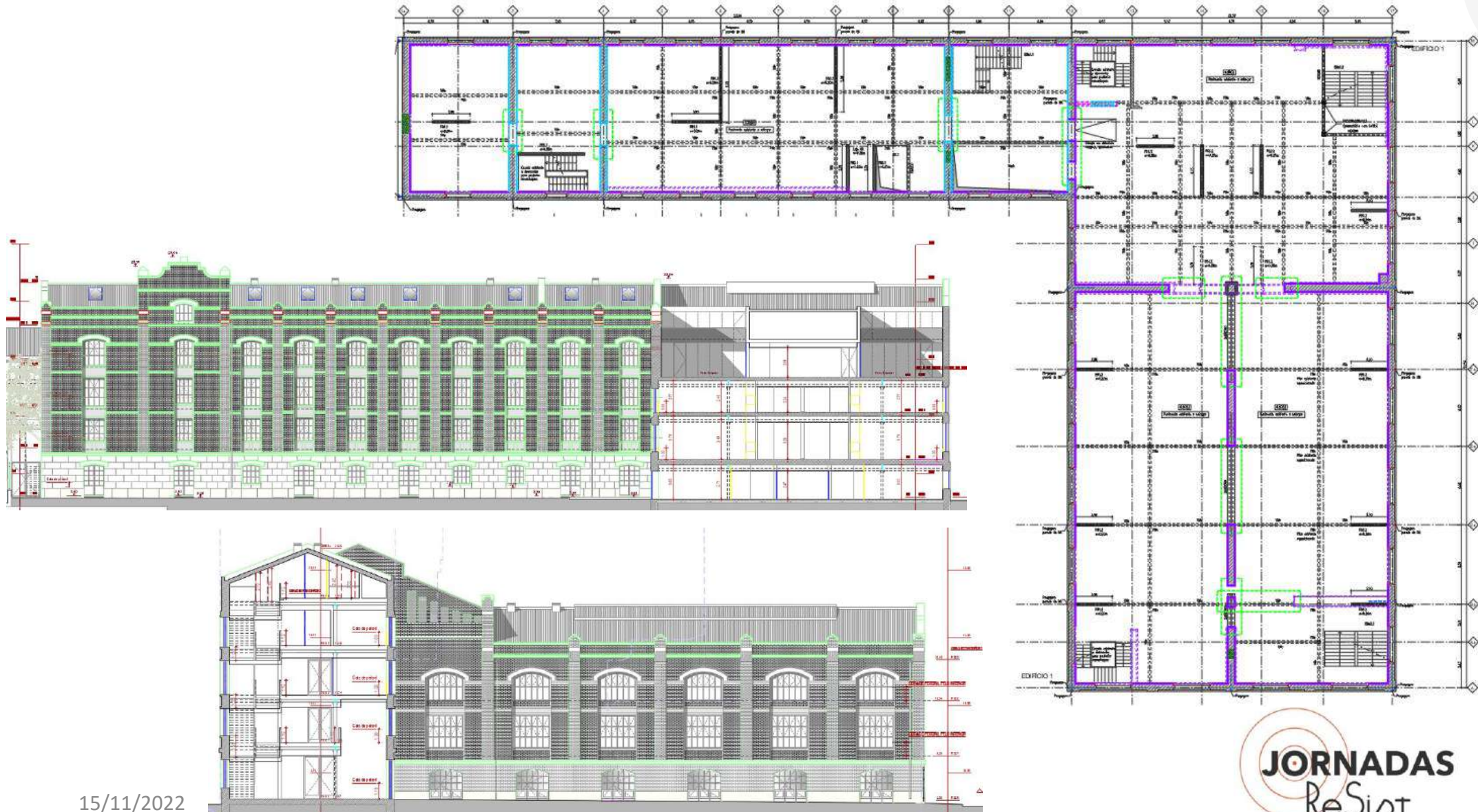
Método de análise
através de tensões...

CASO DE ESTUDO

ANTIGA FÁBRICA DE MASSAS – NAPOLITANA

CASO DE ESTUDO – FÁBRICA DA NAPOLITANA

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Eduardo Costa



15/11/2022

JORNADAS
ReSist

a2p
estudos e projectos

FÁBRICA DA NAPOLITANA – MODELAÇÃO

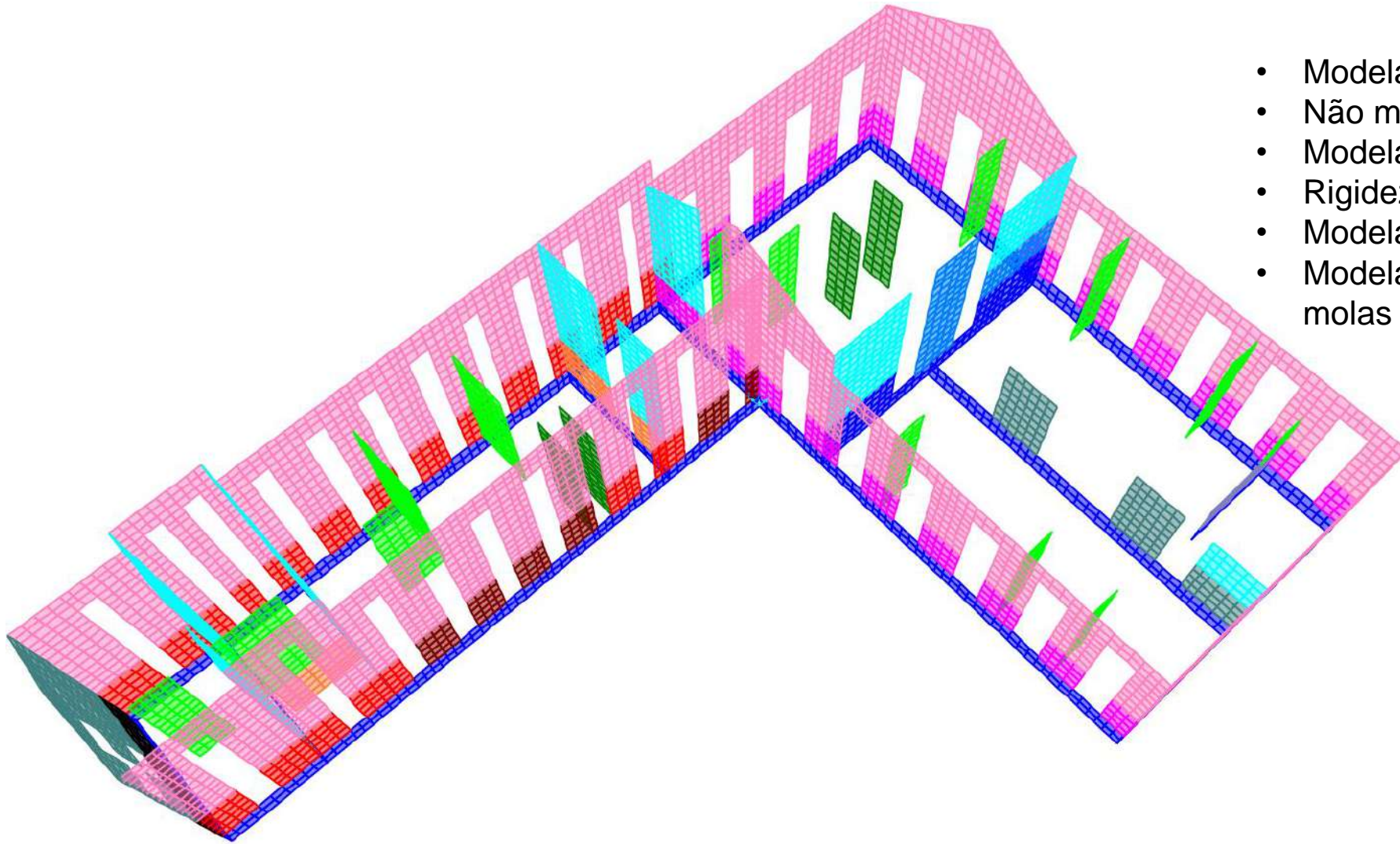
Sessão 5

Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”

João Appleton

Eduardo Costa

- Modelar paredes como shells
- Não modelar linteis
- Modelar fundações como shells
- Rigidez a 50%
- Modelar terreno como molas (line spring)
- Modelar eventuais microestacas como molas também (joint ou line spring)



15/11/2022

FÁBRICA DA NAPOLITANA – MODELAÇÃO

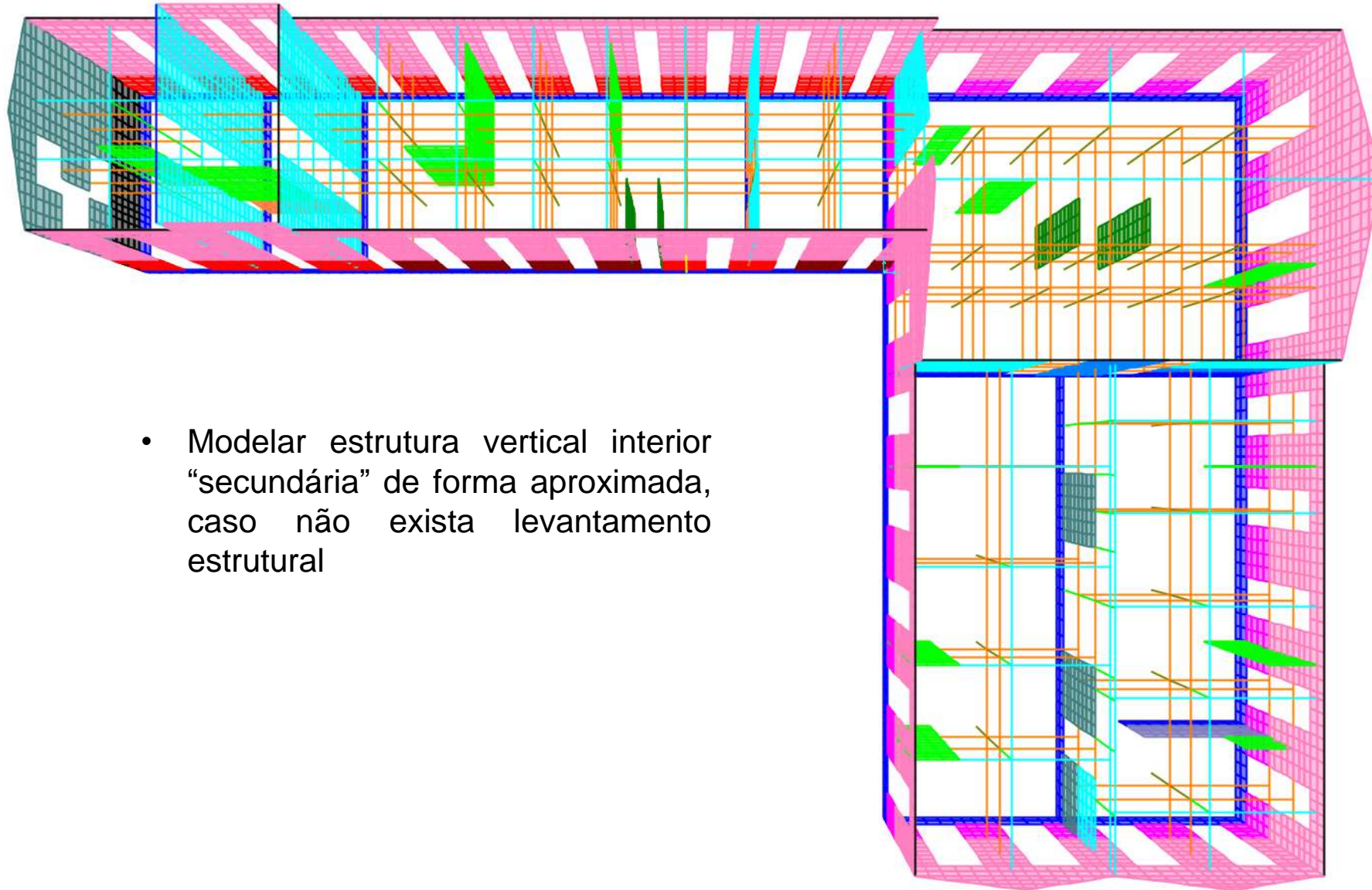
Sessão 5

Reabilitação da Fábrica

“A Napolitana”

João Appleton

Eduardo Costa



- Modelar estrutura vertical interior “secundária” de forma aproximada, caso não exista levantamento estrutural

FÁBRICA DA NAPOLITANA – MODELAÇÃO

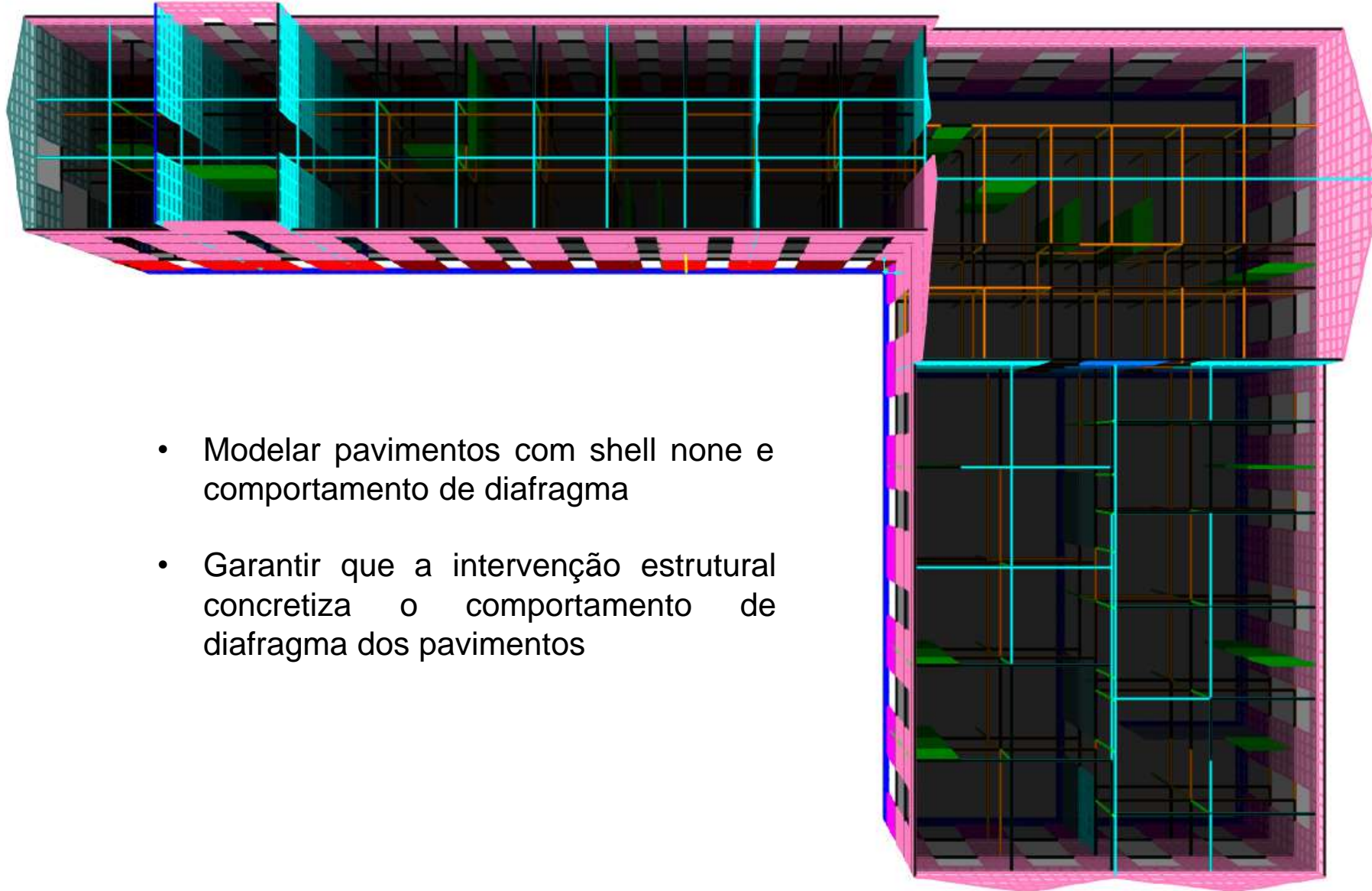
Sessão 5

Reabilitação da Fábrica

“A Napolitana”

João Appleton

Eduardo Costa



- Modelar pavimentos com shell none e comportamento de diafragma
- Garantir que a intervenção estrutural concretiza o comportamento de diafragma dos pavimentos

15/11/2022

JORNADAS
ReSist

a2p
estudos e projectos

PROPRIEDADES DO MATERIAL

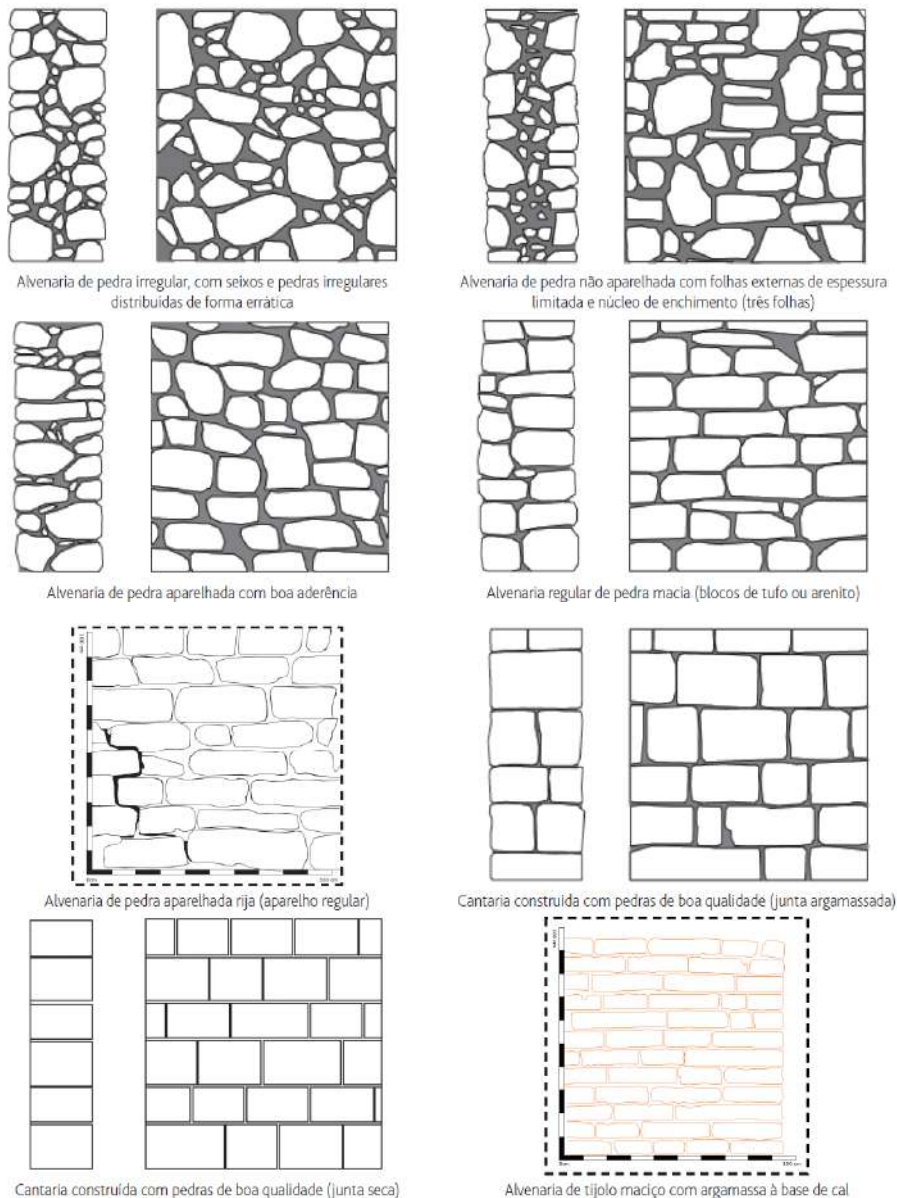


Figura 1 Tipos de alvenarias (adaptado de Vanini, Zaganeli, Penna, et al., 2017)

Quadro 1 Exemplos de valores médios, ou intervalos de valores, de propriedades de alguns tipos de alvenaria (adaptado da versão atual da norma EN 1998-3, em processo de revisão)

Tipo de alvenaria	f_c (MPa)	f_t (MPa)	f_{v0} (MPa)	E (MPa)	G (MPa)	w (kN/m ³)
Alvenaria de pedra irregular, com seixos e pedras irregulares distribuídas de forma errática	1,1 a 1,9	0,03 a 0,05	–	900	300	19
Alvenaria de pedra não aparelhada com folhas externas de espessura limitada e núcleo de enchimento (três folhas)	2,0 a 3,0	0,05 a 0,08	–	1200	400	20
Alvenaria de pedra aparelhada com boa aderência	2,6 a 3,8	0,08 a 0,11	–	1700	600	21
Alvenaria regular de pedra macia (blocos de tufo ou arenito)	1,4 a 2,2	0,05 a 0,06	–	1100	400	13 a 16
Alvenaria de pedra aparelhada rija (aparelho regular)	2,0 a 3,2	–	0,10 a 0,19	1400	500	13 a 16
Cantaria construída com pedras de boa qualidade	6,0 a 8,0	–	0,19 a 0,25	2800	900	22
Alvenaria de tijolo maciço com argamassa à base de cal	2,5 a 3,4	0,09 a 0,14	0,13 a 0,19	1500	500	18
Alvenaria de tijolo perfurado (índice de furação vertical < 40%) com argamassa à base de cimento e cal	4,9 a 8,1	–	0,24 a 0,32	4600	1100	15

Nota: f_c é a resistência à compressão, f_t é a resistência à tração, f_{v0} é a resistência inicial ao corte para esforço axial nulo (coesão do modelo Mohr-Coulomb), E é o módulo de elasticidade, G é o módulo de distorção, e w é o peso volúmico.

Fonte: rpee | Série III | n.º 12 | março de 2020

PROCEDIMENTO DE VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Sessão 5

Reabilitação da Fábrica

“A Napolitana”

João Appleton

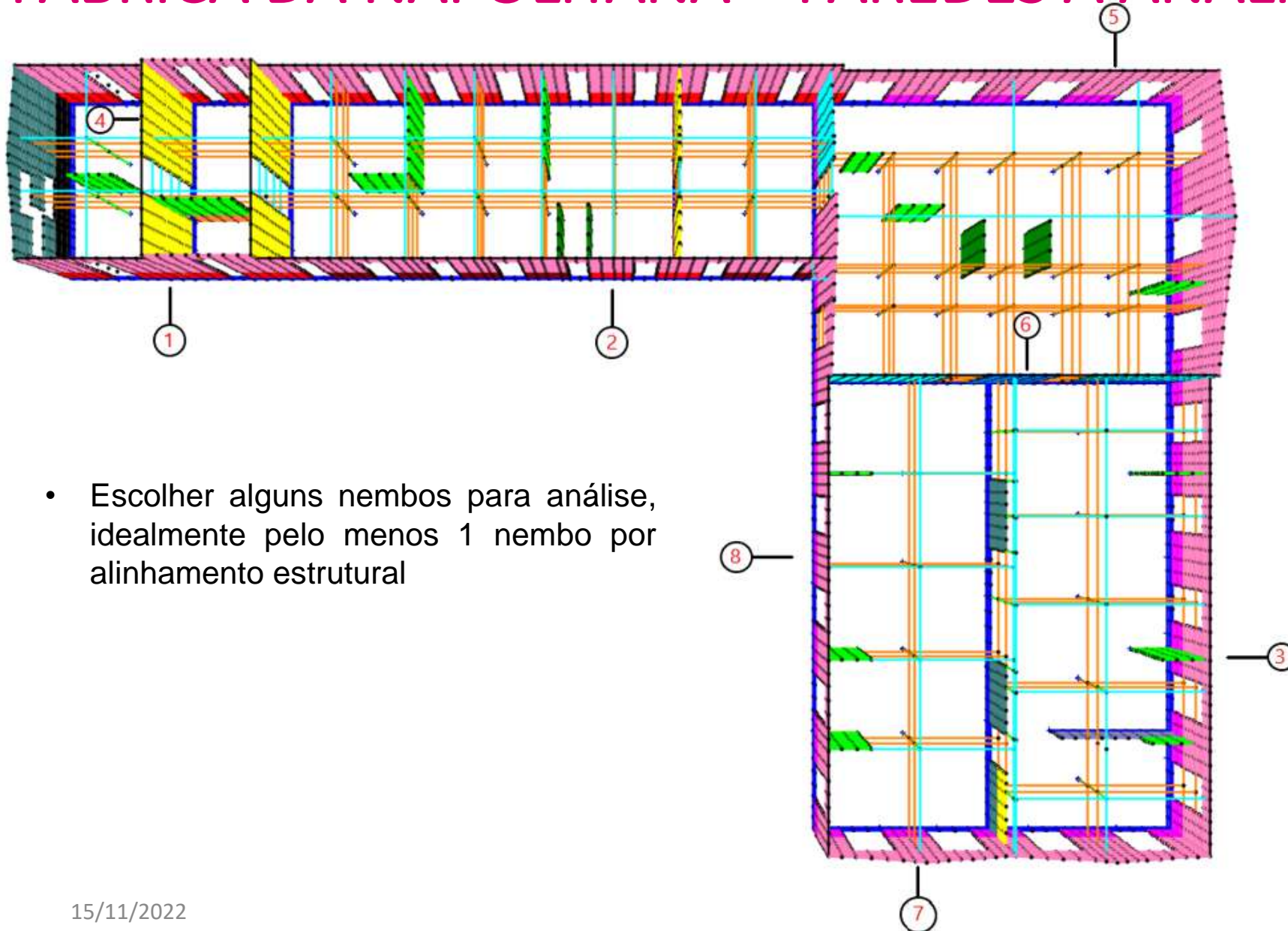
Eduardo Costa

1. Seleção das paredes a analisar
2. Extração dos esforços (V,N) das paredes ao nível de cada piso através de section cuts (para as combinações sísmicas S_x e S_y)
3. Cálculo dos modos de rotura condicionantes para cada parede ao nível de cada piso e verificação do Estado Limite de Limitação de Dano (DL) através das forças
4. Reforçar para o Estado Limite DL, se necessário
5. Verificação dos Estados Limite de Danos Severos (SD) e Colapso Iminente (NC), este último apenas para edifícios de classe de importância III ou IV, ao nível de cada piso através de deslocamentos tendo em conta o modo de rotura condicionante
6. Reforçar para os Estados Limite SD e NC, se necessário

Este método pressupõe que os deslocamentos para fora do plano das paredes estão controlados

FÁBRICA DA NAPOLITANA – PAREDES A ANALISAR

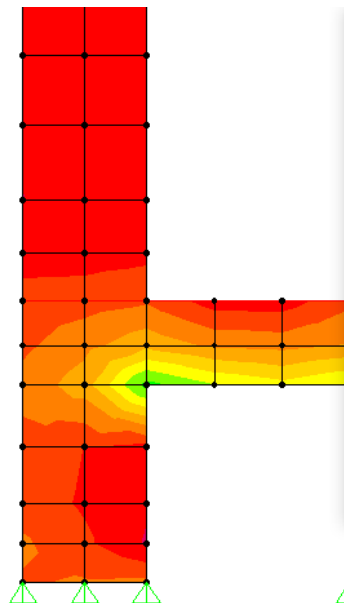
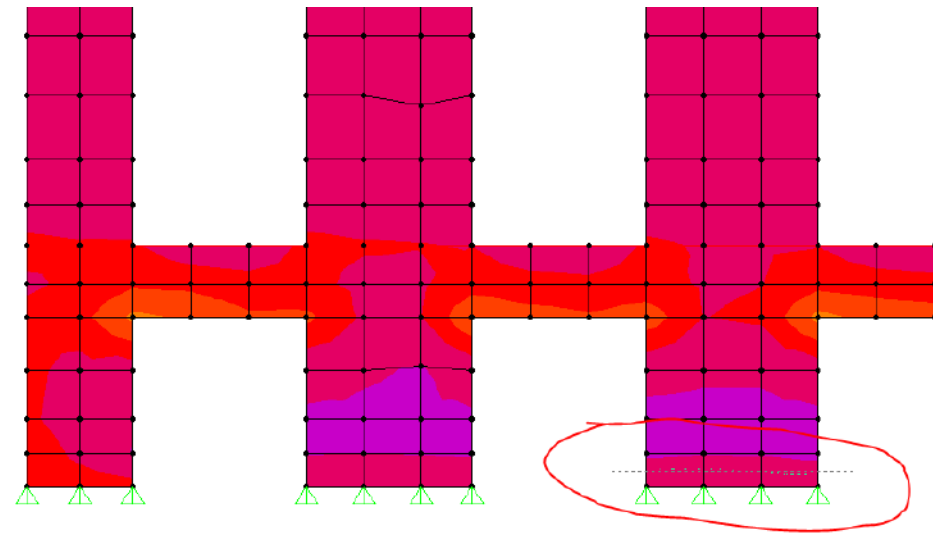
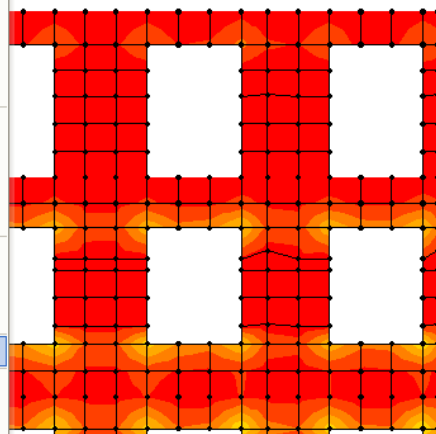
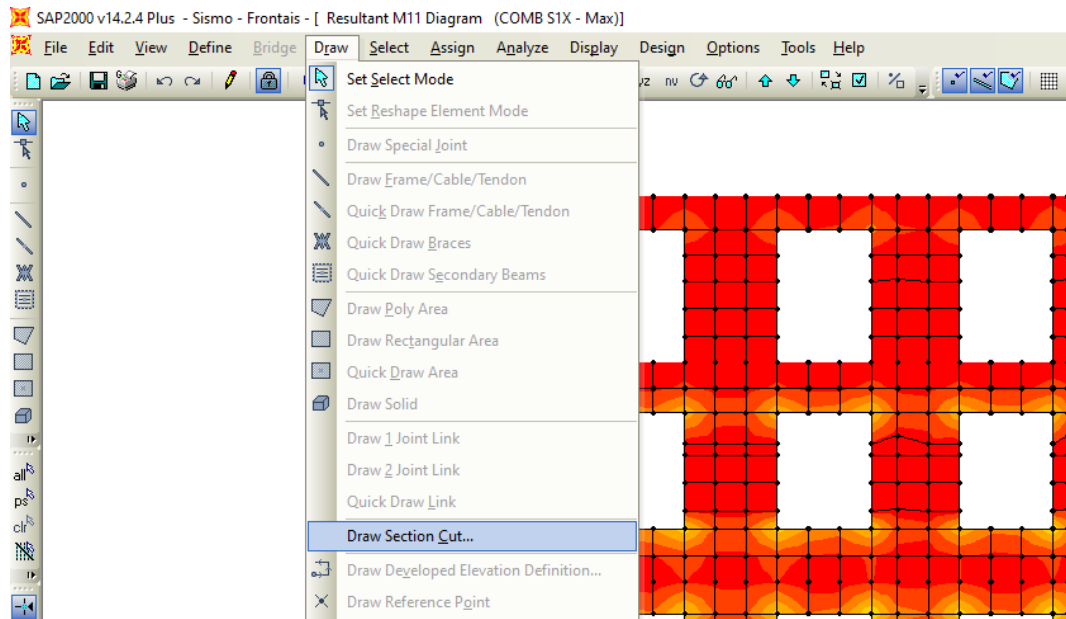
Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Eduardo Costa



- Escolher alguns nembos para análise, idealmente pelo menos 1 nembo por alinhamento estrutural

SECTION CUTS – ESFORÇOS NA PAREDE

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Eduardo Costa



Section Cut Stresses & Forces

Section Cutting Line

	X	Y	Z
Start Point	5.1729	0.	0.0998
End Point	7.4765	0.	0.1096

Resultant Force Location and Angle

	X	Y	Z	Angle (X to 1)
	6.3247	0.	0.1047	0.

Include Frames Shells Asolids Planes Solids Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	153.4728	60.755	729.1478	144.9164	-43.3917	-431.7437
Moment	6.3611	202.8133	30.3142	-4.5431	122.3088	38.7151

V N

Save Cut Save Cut Close Refresh

15/11/2022



FÁBRICA DA NAPOLITANA – MODOS DE ROTURA + VERIFICAÇÃO DE [DL]

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Eduardo Costa

MÉTODO DAS FORÇAS				MÉTODO DAS FORÇAS				MÉTODO DAS FORÇAS				MÉTODO DAS FORÇAS			
ALVENARIA DE PEDRA				ALVENARIA DE PEDRA				ALVENARIA DE TIJOLO				ALVENARIA DE TIJOLO			
Nembo 1 - Base do Piso 0 (Z=2.00)				Nembo 2 - Base do Piso 0 (Z=2.00)				Nembo 3 - Base do Piso 0 (Z=2.00)				Nembo 4 - Base do Piso 0 (Z=2.00)			
Geometria no modelo		Propriedades		Geometria no modelo		Propriedades		Geometria no modelo		Propriedades		Geometria no modelo		Propriedades	
comp [m]	6.20	fc [kN/m ²]	2600	comp [m]	3.00	fc [kN/m ²]	2600	comp [m]	3.60	fc [kN/m ²]	2500	comp [m]	6.00	fc [kN/m ²]	2500
esp [m]	0.55	ft [kN/m ²]	80	esp [m]	0.55	ft [kN/m ²]	80	esp [m]	0.55	ft [kN/m ²]	90	esp [m]	0.45	ft [kN/m ²]	90
h0 [m]	20.00	CF	1.35	h0 [m]	17.50	CF	1.35	h0 [m]	12.50	CF	1.35	h0 [m]	20.00	CF	1.35
		γ_M	2.5			γ_M	2.5			γ_M	2.5			γ_M	2.5
ESFORÇOS				ESFORÇOS				ESFORÇOS				ESFORÇOS			
Combinações	Vx [kN]	Vy [kN]	N [kN]	Combinações	Vx [kN]	Vy [kN]	N [kN]	Combinações	Vx [kN]	Vy [kN]	N [kN]	Combinações	Vx [kN]	Vy [kN]	N [kN]
Quase permanente			1353	Quase permanente			323	Quase permanente			402	Quase permanente			2003
S1_X (MAX)	387			S1_X (MAX)	181			S1_X (MAX)				S1_X (MAX)			
S1_X (MIN)				S1_X (MIN)				S1_X (MIN)				S1_X (MIN)			
S1_Y (MAX)				S1_Y (MAX)				S1_Y (MAX)	206			S1_Y (MAX)	381		
S1_Y (MIN)				S1_Y (MIN)				S1_Y (MIN)				S1_Y (MIN)			
MODOS DE ROTURA				MODOS DE ROTURA				MODOS DE ROTURA				MODOS DE ROTURA			
Flexão				Flexão				Flexão				Flexão			
d [m]	6.20			d [m]	3.00			d [m]	3.60			d [m]	6.00		
t [m]	0.55	$V_{l,rd}$	160	t [m]	0.55	$V_{l,rd}$	24	t [m]	0.55	$V_{l,rd}$	51	t [m]	0.45	$V_{l,rd}$	162
h0 [m]	20.00	V_{max}	387	h0 [m]	17.50	V_{max}	181	h0 [m]	12.50	V_{max}	206	h0 [m]	20.00	V_{max}	381
N [kN]	1353			N [kN]	323			N [kN]	402			N [kN]	2003		
v	0.21			v	0.10			v	0.11			v	0.40		
Deslizamento				Deslizamento				Deslizamento				Deslizamento			
fvd,max [kN/m ²]	50	d' [m]	1.92	fvd,max [kN/m ²]	50	d' [m]	0.46	fvd,max [kN/m ²]	48	d' [m]	0.59	fvd,max [kN/m ²]	48	d' [m]	3.61
N [kN]	1353	fvd [kN]	50	N [kN]	323	fvd [kN]	50	N [kN]	402	fvd [kN]	48	N [kN]	2003	fvd [kN]	48
d [m]	6.20	μ	0.4	d [m]	3.00	μ	0.4	d [m]	3.60	μ	0.4	d [m]	6.00	μ	0.4
t [m]	0.55	$V_{s,rd}$	541	t [m]	0.55	$V_{s,rd}$	129	t [m]	0.55	$V_{s,rd}$	161	t [m]	0.45	$V_{s,rd}$	801
a [m]	1.28	V_{max}	387	a [m]	0.30	V_{max}	181	a [m]	0.39	V_{max}	206	a [m]	2.40	V_{max}	381
Mu [kNm]	3330			Mu [kNm]	435			Mu [kNm]	644			Mu [kNm]	3602		
Fendilhação Diagonal				Fendilhação Diagonal				Fendilhação Diagonal				Fendilhação Diagonal			
d [m]	6.20			d [m]	3.00			d [m]	3.60			d [m]	6.00		
t [m]	0.55	$V_{d,rd}$	228.8	t [m]	0.55	$V_{d,rd}$	80.0	t [m]	0.55	$V_{d,rd}$	89.5	t [m]	0.45	$V_{d,rd}$	225.5
h/d	3.2	V_{max}	387	h/d	5.8	V_{max}	181	h/d	3.5	V_{max}	206	h/d	3.3	V_{max}	381
b	1.5			b	1.5			b	1.5			b	1.5		
ft [kN/m ²]	24			ft [kN/m ²]	24			ft [kN/m ²]	21			ft [kN/m ²]	21		
σ_0 [kN/m ²]	397			σ_0 [kN/m ²]	196			σ_0 [kN/m ²]	203			σ_0 [kN/m ²]	742		

FÁBRICA DA NAPOLITANA – VERIFICAÇÃO DE [SD] E [NC]

Sessão 5
Reabilitação da Fábrica
“A Napolitana”
João Appleton
Eduardo Costa

Apoios fixos

Apoios fixos

DESLOCAMENTOS - EXISTENTE (NC)					
	Z [m]		Nembo 1	Nembo 2	Nembo 4
P0	2	d [mm]			
		θ_{pliso}			
P1	7	d [mm]	22.1	22.1	12.7
		θ_{pliso}	0.0044	0.0044	0.0025
P2	10.5	d [mm]	49.6	49.6	33.3
		θ_{pliso}	0.0079	0.0079	0.0059
P3	14.5	d [mm]	82.4	82.4	63.2
		θ_{pliso}	0.0082	0.0082	0.0075
P4	18	d [mm]	101.6	101.6	92.5
		θ_{pliso}	0.0055	0.0055	0.0084
COB	22	d [mm]	110.5		122.5
		θ_{pliso}	0.0022		0.0075

DESLOCAMENTOS - REFORÇADO (NC)					
	Z [m]		Nembo 1	Nembo 2	Nembo 4
P0	2	d [mm]			
		θ_{pliso}			
P1	7	d [mm]	10.2	10.2	3.6
		θ_{pliso}	0.0020	0.0020	0.0007
P2	10.5	d [mm]	20.2	20.2	8.9
		θ_{pliso}	0.0029	0.0029	0.0015
P3	14.5	d [mm]	30.6	30.6	16.5
		θ_{pliso}	0.0026	0.0026	0.0019
P4	18	d [mm]	35.2	35.2	22.7
		θ_{pliso}	0.0013	0.0013	0.0018
COB	22	d [mm]	37.4		29.6
		θ_{pliso}	0.0005		0.0017

LIMITES DE DESLOCAMENTO		
Modo de rotura	SD	NC
Flexão	0.008	0.0107
F.Diagonal	0.004	0.0053
Deslizamento	0.004	0.0053

DESLOCAM - REFOR (NC) - MOLAS $E_v=30\text{MN/m}^3$, $E_h=10\text{MN/m}^3$					
	Z [m]		Nembo 1	Nembo 2	Nembo 4
FUND	0	d [mm]	1.1	3.8	0.3
		θ_{pliso}			
P0	2	d [mm]	8.1	6.4	12.0
		θ_{pliso}	0.0035	0.0013	0.0059
P1	7	d [mm]	36.1	36.1	50.7
		θ_{pliso}	0.0056	0.0059	0.0077
P2	10.5	d [mm]	59.1	59.1	80.6
		θ_{pliso}	0.0066	0.0066	0.0085
P3	14.5	d [mm]	79.9	79.9	116.7
		θ_{pliso}	0.0052	0.0052	0.0090
P4	18	d [mm]	88.3	88.3	145.1
		θ_{pliso}	0.0024	0.0024	0.0081
COB	22	d [mm]	96.2		176.2
		θ_{pliso}	0.0020		0.0078

DESLOC - MOLAS MICROESTACAS - $E_v=80-130\text{MN/m}^3$, $E_h=10\text{MN/m}^3$					
	Z [m]		Nembo 1	Nembo 2	Nembo 4
FUND	0	d [mm]	0.6	1.3	0.4
		θ_{pliso}			
P0	2	d [mm]	2.3	2.5	8.4
		θ_{pliso}	0.0009	0.0006	0.0040
P1	7	d [mm]	10.3	10.3	36.6
		θ_{pliso}	0.0016	0.0016	0.0056
P2	10.5	d [mm]	17.0	17.0	58.9
		θ_{pliso}	0.0019	0.0019	0.0064
P3	14.5	d [mm]	23.5	23.5	86.6
		θ_{pliso}	0.0016	0.0016	0.0069
P4	18	d [mm]	26.3	26.2	108.0
		θ_{pliso}	0.0008	0.0008	0.0061
COB	22	d [mm]	27.9		131.8
		θ_{pliso}	0.0004		0.0060

Faltou descontar a rotação de corpo rígido das paredes

Microestacas inclinadas
vs
Microestacas verticais

NOVA REGULAMENTAÇÃO

NOVO EUROCÓDIGO 8: PARTE 3 (2018)

PROPRIEDADES DA ALVENARIA REFORÇADA

Sessão 5

Reabilitação da Fábrica

“A Napolitana”

João Appleton

Eduardo Costa

Table E.2 Correction (multiplier) coefficients for strength properties

Type of masonry	Good mortar (*)	Regular alignments	Transversal connection
Irregular stone masonry	1,5	1,3	1,3
Roughly cut stone masonry, with wythes of irregular thickness	1,3	1,2	1,5
Uncut stonework with good texture	1,4	1,1	1,3
Masonry of irregular soft stone blocks	1,5	1,2	1,3
Regular masonry of soft stone blocks	1,6	-	1,2
Squared stone masonry	1,2	-	1,2
Solid brick masonry and lime mortar	1,5	-	1,3
Semisolid brick masonry with cement-lime mortar (perforations < 40%)	1,2	-	-

(*) Correction coefficients are applied also to elastic moduli

Table E.6 Correction coefficients for increasing material properties after strengthening.

Type of masonry	Lime mortar grouting (*)	Reinforced jacketing (**)	Reinforced repointing and transversal bars (**)	Maximum combined factor
Irregular stone masonry	2	2,5	1,6	3,5
Roughly cut stone masonry, with wythes of irregular thickness	1,7	2,0	1,5	3,0
Uncut stonework with good texture	1,5	1,5	1,4	2,2
Masonry of irregular soft stone blocks	1,4	1,7	1,1	2,0
Regular masonry of soft stone blocks	1,2	1,5	1,2	1,8
Squared stone masonry	1,2	1,2	-	1,4
Solid brick masonry and lime mortar	1,2	1,5	1,2	1,8
Semisolid brick masonry with cement-lime mortar (perforations < 40%)	-	1,3	-	1,3

(*) The possibility of using the proposed coefficients is dependent on a preliminary in-situ test of the mortar injectability and the attained result, checked by the increased homogeneity proved, for

As definições dos trabalhos de reforço são apresentadas no anexo E da nova versão da norma.

	Sim	Não	Sim	Não	
Propriedades Mecânicas	Injeção Argamassa	Encamisamento Armado	Connectores Transversais	Grampeamento de Juntas	Coefficiente Máximo
$f_{v0} =$	2	2.5	1.3	1.6	3.5
$f_c =$	2	2.5	1.3	1.6	3.5
$f_t =$	2	2.5	1.3	1.6	3.5
$\mu =$	1	1	1	1	1
$\gamma =$	1	1	1	1	1
$E_a =$	2	2.5	1	1.3	3.5
$G_a =$	2	2.5	1	1.3	3.5