



**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil
PCC - 3504 –Tópicos Especiais de Tecnologia e
Gestão de Obras de Edifícios**

Interação entre os Subsistemas na ALVENARIA ESTRUTURAL

Profs. Luiz Sergio Franco e Mercia Maria B. Barros

2º Semestre de 2020

EXERCÍCIO

Discutir sobre alternativas para:

- Resolver a execução dos sistemas prediais elétricos elétricas;
- Como resolver a execução dos sistemas prediais hidráulicas de abastecimento e esgotamento;
- Reforços de vãos de porta e janelas e de fixação das esquadrias;
- Produção de lajes e escadas para edifícios em alvenaria estrutural;
- Tipos dos revestimentos de piso e parede.

RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA

**CONSTRUTIBILIDADE
E DESEMPENHO**

**COMO PARÂMETROS DE
DESENVOLVIMENTO DOS
PROJETOS**

CONSTRUTIBILIDADE

"o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento" [CII, 1987]

CONSTRUTIBILIDADE

"o campo de ações a partir do qual a concepção do edifício simplifica e facilita as atividades de execução, sujeitando-se a todos os requisitos do edifício"

[Construction Industry Research and Information Association, 1987]

CONSTRUTIBILIDADE

ESPECIALISTAS
DOS
PRODUTOS



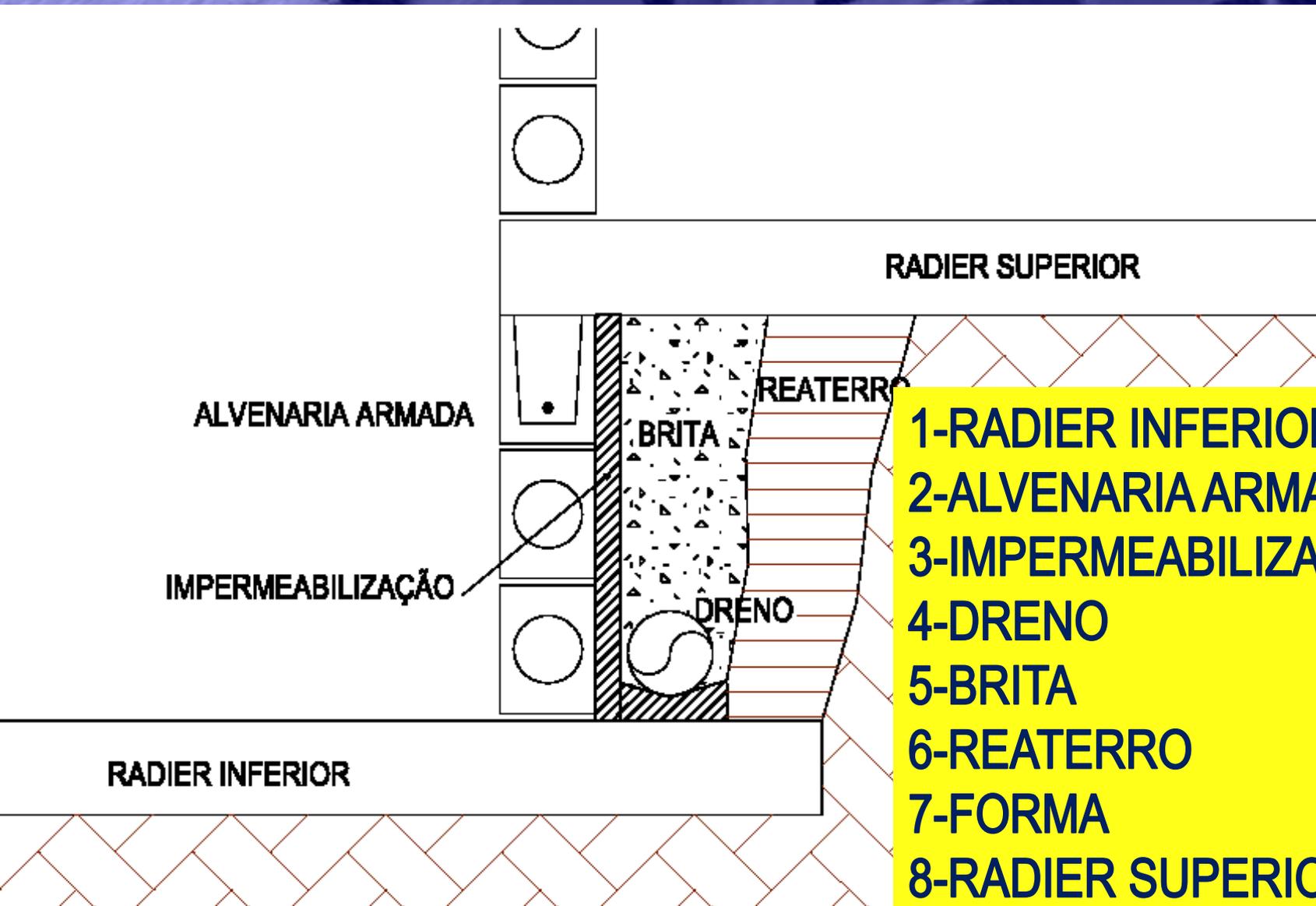
EXPERIÊNCIA
NA
EXECUÇÃO

EXEMPLO 1:

NUM CONJUNTO DE CASAS GEMINADAS, COM FUNDAÇÃO EM “RADIÉ”, COMO EXECUTAR O DESNÍVEL ENTRE 2 FUNDAÇÕES?

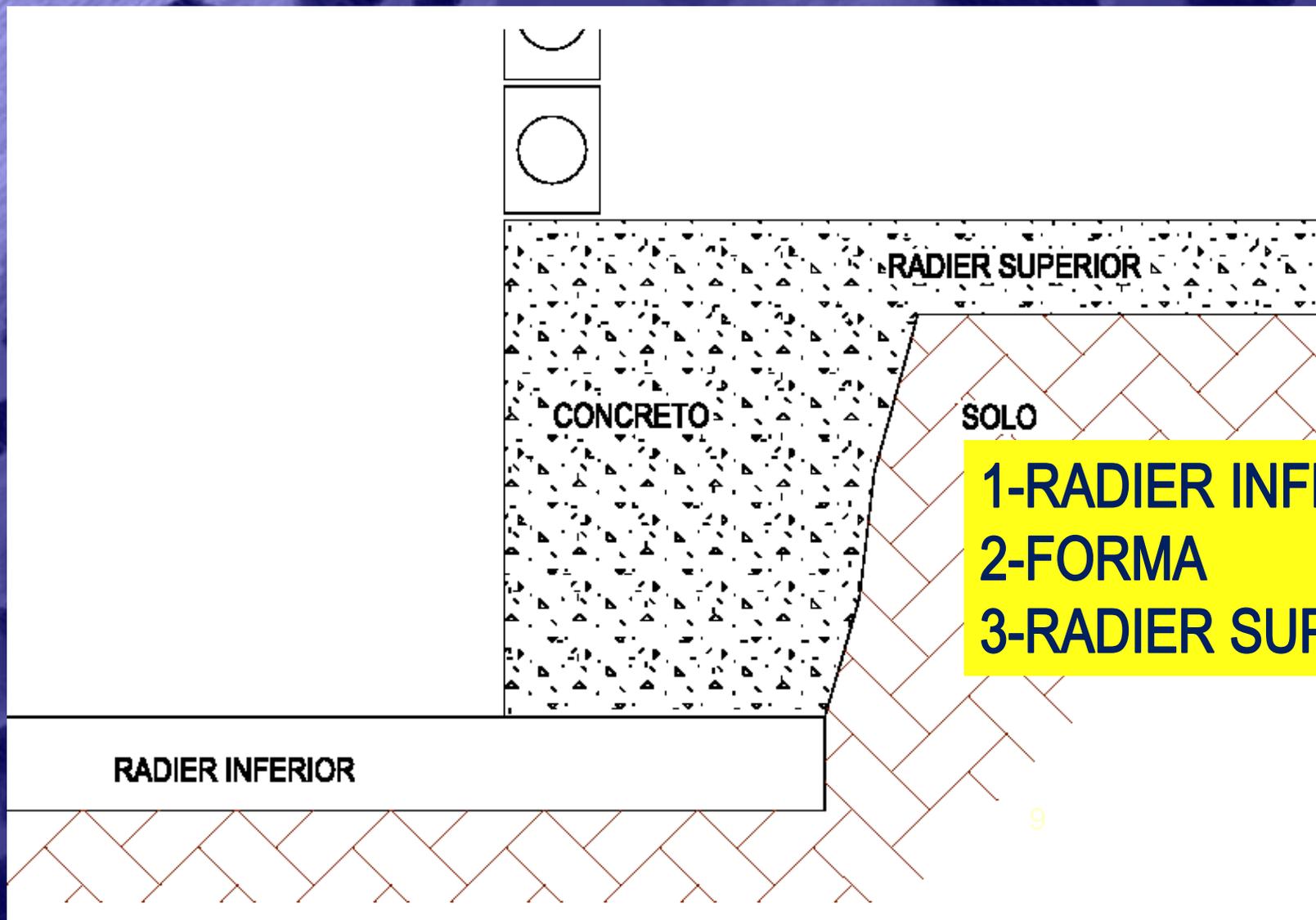


OPÇÃO 1



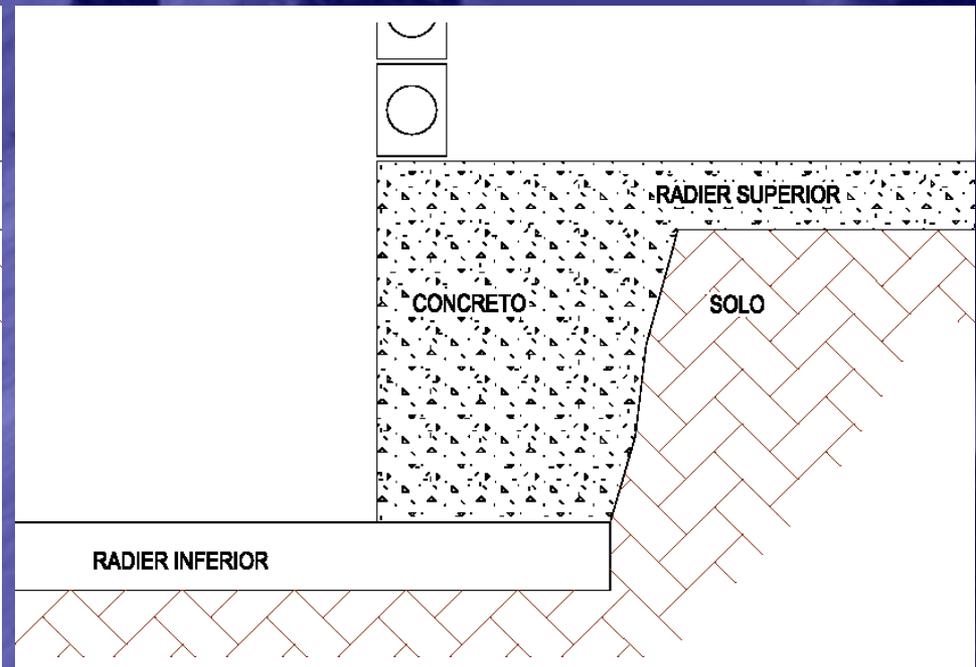
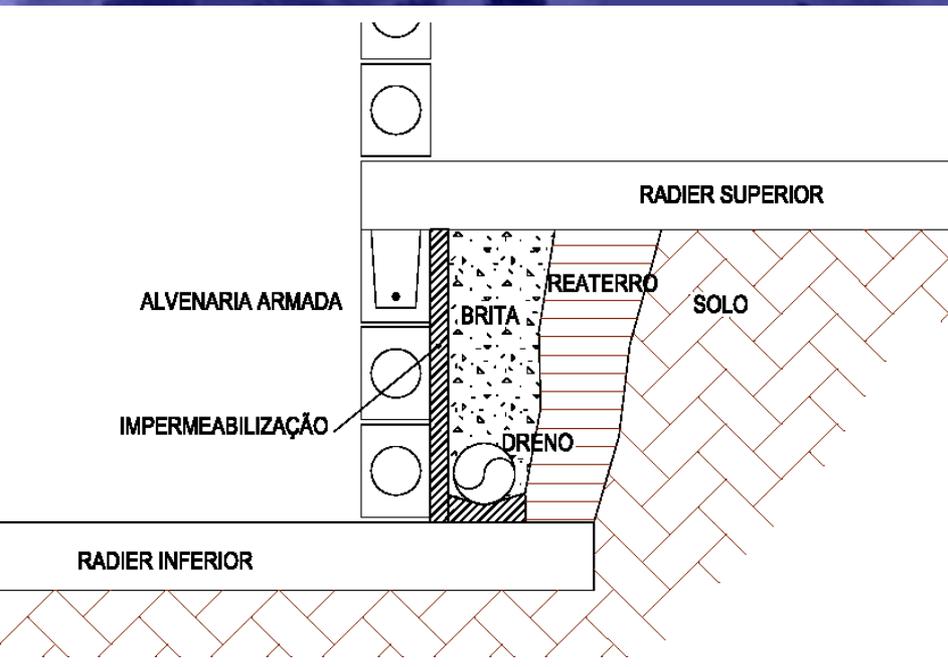
- 1-RADIAR INFERIOR
- 2-ALVENARIA ARMADA
- 3-IMPERMEABILIZAÇÃO
- 4-DRENO
- 5-BRITA
- 6-REATERRO
- 7-FORMA
- 8-RADIAR SUPERIOR

OPÇÃO 2



COMPARAÇÃO:

QUAL APRESENTA MENOR PREÇO ?
QUAL É MAIS RÁPIDA DE EXECUTAR ?
QUAL APRESENTA MENOR CUSTO ?
QUAL TEM A MAIOR “CONSTRUTIBILIDADE”?



NIVEL DE CONSTRUTIBILIDADE



CONSTRUTIBILIDADE

- Procurar a simplicidade
- Soluções padronizadas
- Execução numa mesma seqüência
- Linguagem de fácil entendimento

INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações Elétricas

Interface com instalações Hidráulicas

Interface com esquadrias

Revestimentos

Lajes e Escadas

Juntas de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações Hidráulicas

Interface com esquadrias

Revestimentos

Lajes e Escadas

Juntas de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

Interface com instalações ELÉTRICAS

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - É distribuído por todo o apartamento;
 - Definição de responsabilidades entre eletricista e pedreiro;
 - Pode haver muita interferência entre a execução
 - Problemas com acabamento podem aparecer muito depois

Interface com instalações ELÉTRICAS

■ PRINCÍPIOS GERAIS:

- Pedreiros “absorvem” o trabalho de passar as “tubulações secas”;
- Projeto de produção é indispensável;
- Soluções racionalizadas para evitar interrupção dos serviços;

Interface com instalações ELÉTRICAS

- **SOLUÇÕES COMUNS:**
 - Usar a passagem dos eletrodutos em blocos vazados
 - Caminhamentos horizontais pela laje
 - Central de pré-embutimento de caixas de manobra
 - Utilização de soluções racionalizadas com serra copo

Passagem no vazado do bloco



Caixas em pré-moldado



Caixinhas pré-embutidas



Caixas pré-embutidas



Vazado dos blocos





INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações HIDRÁULICAS

Interface com esquadrias

Revestimentos

Lajes e Escadas

Juntas de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

Interface com instalações HIDRÁULICAS

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - Não é permitido o embutimento em paredes estruturais;
 - São sistemas críticos em relação a desempenho e patologias;
 - Pode haver muita interferência entre a execução da estrutura e dos sistemas prediais

Interface com instalações HIDRÁULICAS

■ PRINCÍPIOS GERAIS:

- Desvincular o trabalho de pedreiros e instaladores;
- Separar as instalações hidráulicas da vedação vertical;
- Permitir acessibilidade para execução e manutenção;

Passagem no vazado dos blocos



Interface com instalações HIDRÁULICAS

- SOLUÇÕES COMUNS:
 - Paredes hidráulicas
 - Shafts em alvenaria
 - Enchimentos
 - Shafts visitáveis
 - Passagens por forro falso
 - Shafts horizontais
 - Carenagens;
 - Instalações aparentes

Parede hidráulica



Shaft em Alvenaria



Shaft em Drywall



Enchimento



Enchimento



Shaft Visitável



Passagem pelo forro falso



Embutimento no forro (sanca)



Embutimento no forro (sanca)



Shaft horizontal



Carenagem



Instalações aparentes



Instalações aparentes

MEDIÇÃO REMOTA



INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações HIDRÁULICAS

Interface com ESQUADRIAS

Revestimentos

Lajes e Escadas

Juntas de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

Interface com ESQUADRIAS

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - Concentração de tensões nos cantos de abertura, podendo iniciar fissuras;
 - Definir a geometria do vão com precisão (maior que a própria tolerância de execução da alvenaria);
 - Facilitar a interface com revestimentos e elementos de proteção dos vão (peitoris e pingadeiras)

Interface com ESQUADRIAS

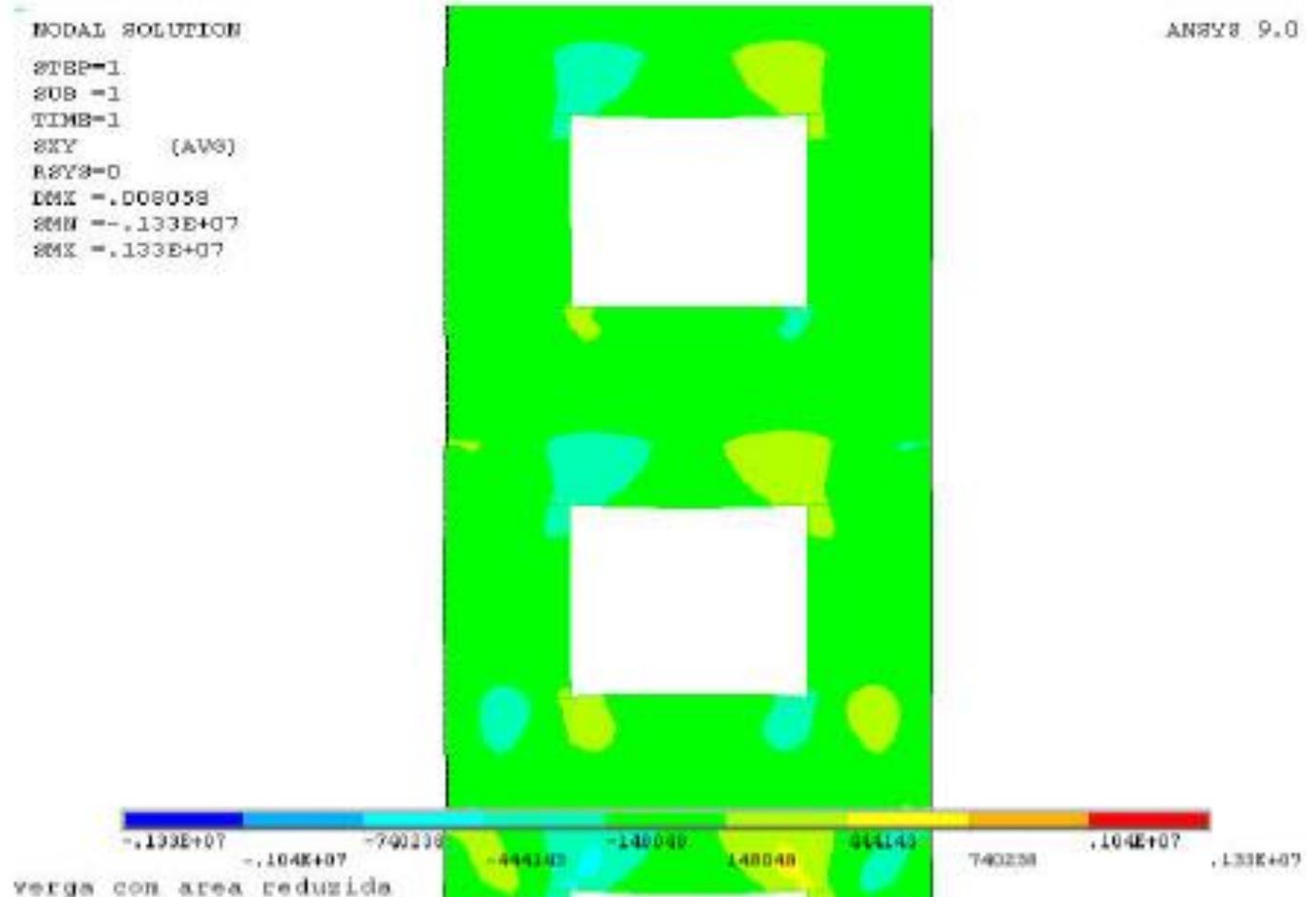


Figura 1 - Simulação de comportamento estrutural considerando os eixos X e Y

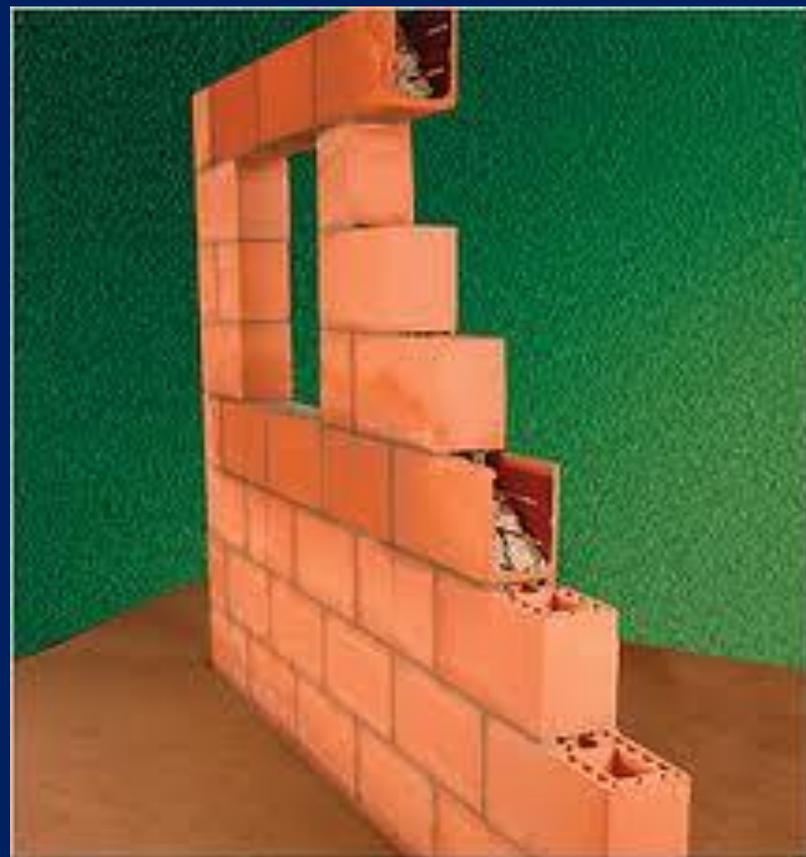
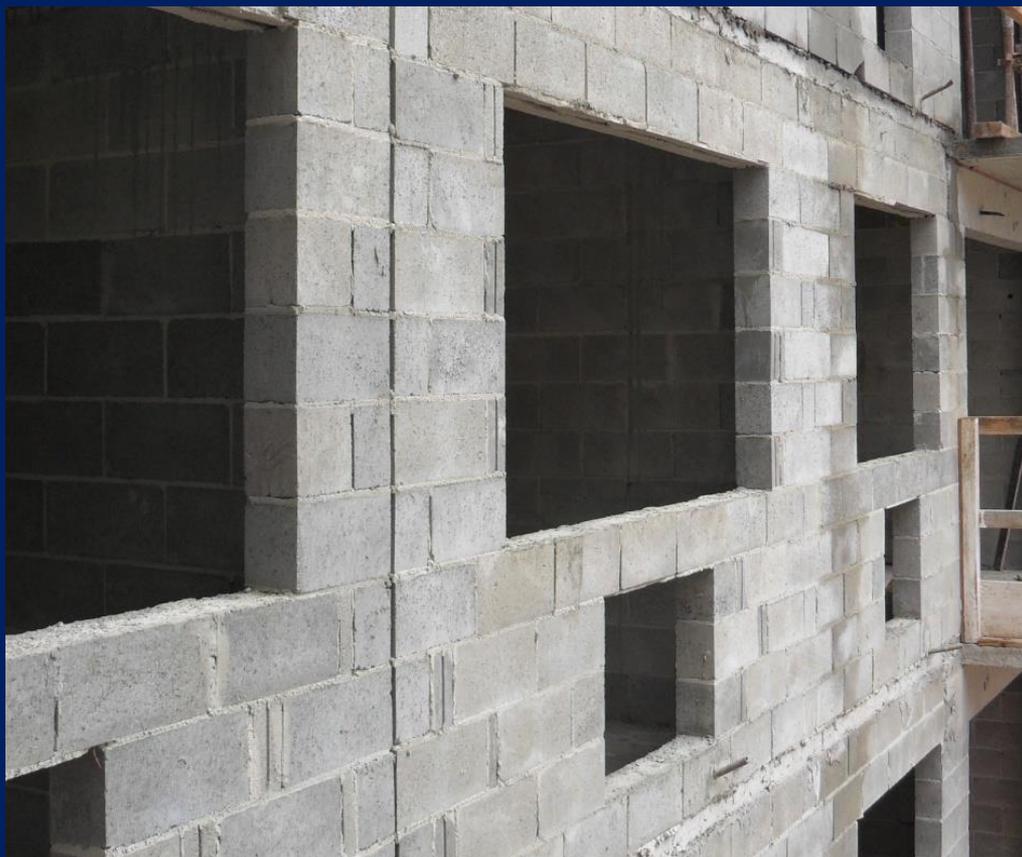
Interface com ESQUADRIAS

- PRINCÍPIOS GERAIS:
 - Incluir reforços metálicos nos cantos das aberturas
 - Usar gabaritos ou outros meios de definir a geometria do vão;
 - Facilitar a colocação da esquadria, eliminando enchimentos e chumbamentos;
 - Eliminar os arremates de acabamento
 - Diminuir o número de etapas de serviço

Interface com ESQUADRIAS

- SOLUÇÕES COMUNS:
 - Vergas e contravergas moldados no local com blocos canaletas
 - Vergas e contravergas pré-moldadas
 - Contramarco premoldado de argamassa armada
 - Batentes metálicos envolventes

Verga moldada no local



Verga moldada no local



Contraverga moldada no local



Contraverga moldada no local



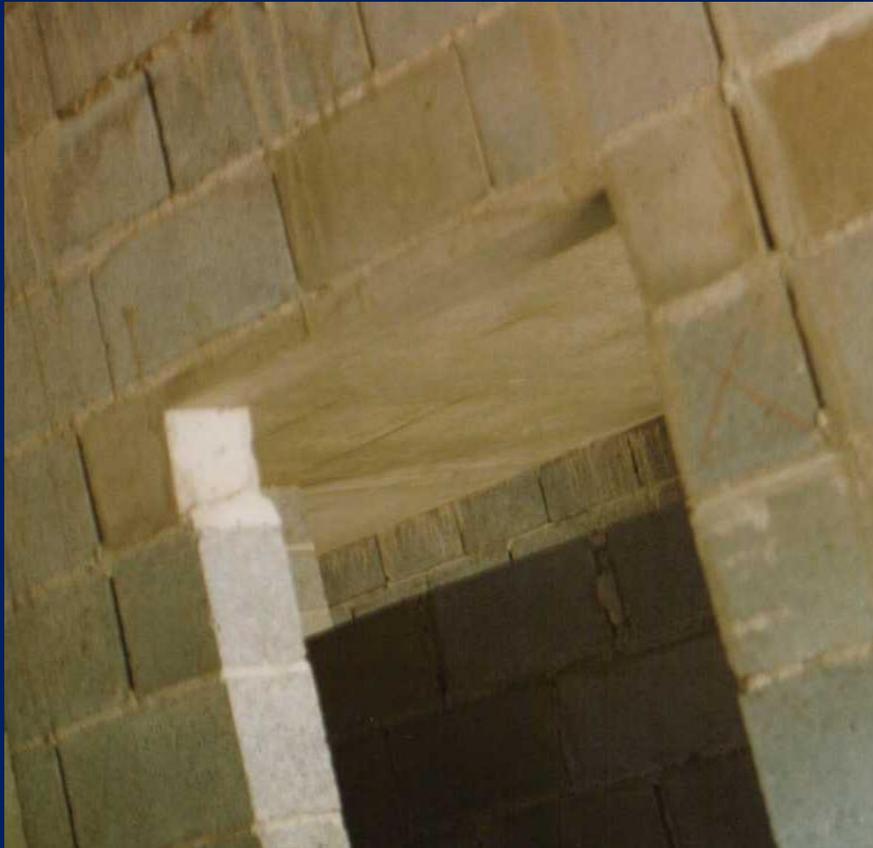
Moldada no local → gabarito



Verga Pré-moldada



Verga e Contraverga Pré-moldada



Verga Pré-moldada



Verga Pré-moldada



Contramarco de Arg. Armada



Contramarco de Arg. Armada



Contramarco de Arg. Armada



Contramarco de Arg. Armada



Batente Metálico Envolvente



Batente metálico envolvente



INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações HIDRÁULICAS

Interface com ESQUADRIAS

REVESTIMENTOS

Lajes e Escadas

Juntas de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

Interface REVESTIMENTOS

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - Garantir a qualidade geométrica das paredes e demais componentes;
 - Aproveitar da regularidade geométrica da alvenaria;
 - Garantir o desempenho, estanqueidade, isolamento acústico, etc...

Interface REVESTIMENTOS

- PRINCÍPIOS GERAIS:
 - Utilizar revestimentos de pequena espessura
 - Eliminar camadas de acabamento;
 - Diminuir etapas de execução do revestimento;
 - Eliminar os arremates de acabamento

Interface REVESTIMENTOS

- SOLUÇÕES COMUNS:
 - Revestimentos de pequena espessura
 - Revestimento sem camada de regularização
 - Laje acabada

Revestimento de pequena espessura



Revestimento de pequena espessura



Revestimento sem regularização



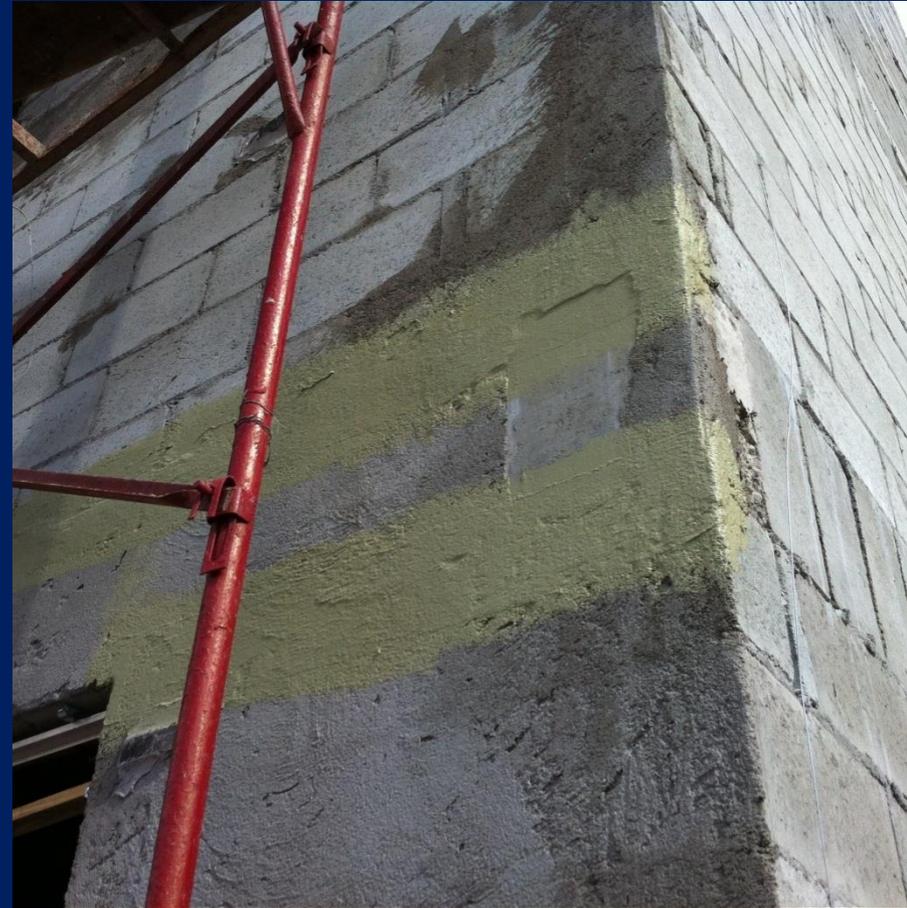
Revestimento sem regularização



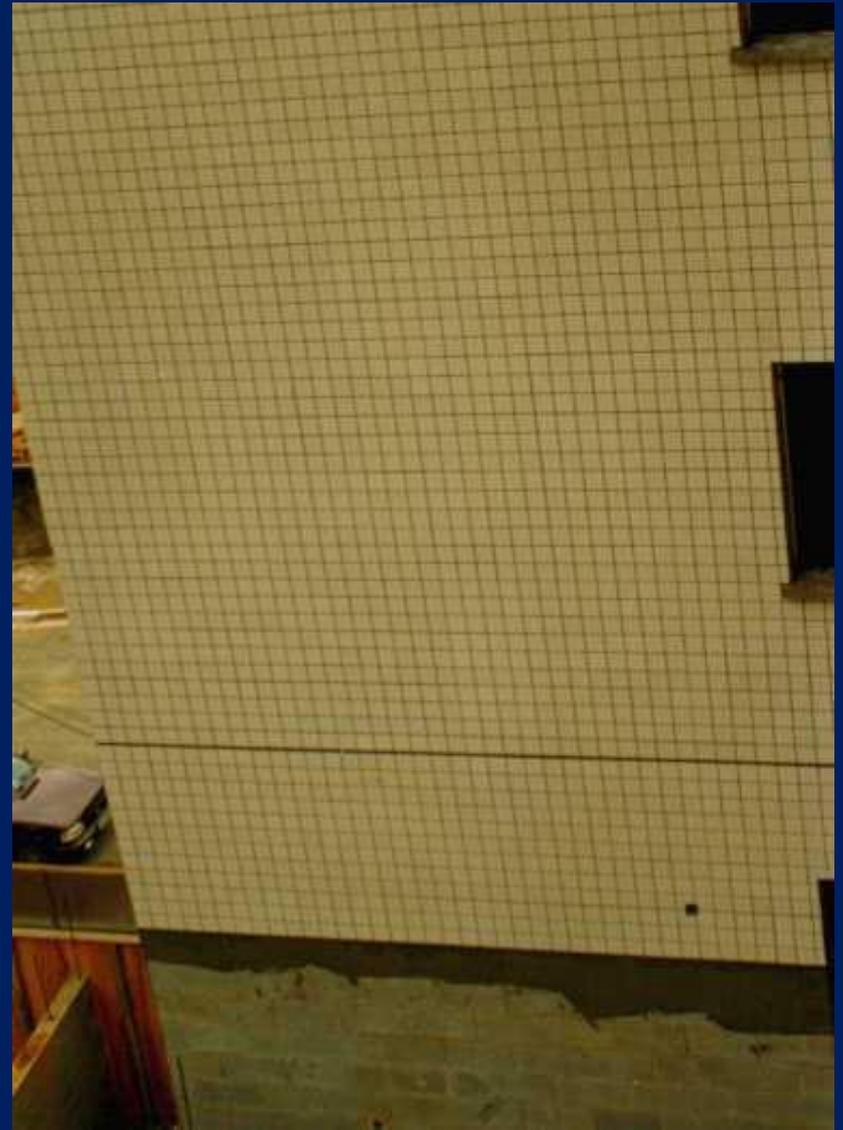
Revestimento sem regularização



Revestimento sem regularização



Revestimento sem regularização



Laje acabada (sem regularização)



Laje Acabada



Laje Acabada (revestida)



INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações HIDRÁULICAS

Interface com ESQUADRIAS

REVESTIMENTOS

LAJES E ESCADAS

Juntas de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

LAJES E ESCADAS

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - Diminuir etapas de serviços complexos, como formas e armação;
 - Ser coerente com o ciclo de produção projetado da alvenaria;
 - Conseguir precisão dimensional coerente com a regularidade da alvenaria.
 - Peças de grande complexidade (escadas)

LAJES E ESCADAS

- PRINCÍPIOS GERAIS:
 - Evitar o uso de armadores e carpinteiros;
 - Técnicas para garantir o acabamento dos elementos;
 - Uso de Pré-moldagem;
 - Foco no Planejamento operacional da obra.

LAJES

- SOLUÇÕES COMUNS:
 - Moldada no local
 - Laje mista (vigota+lajota)
 - Pré-laje / painéis
 - Pré-moldada (pesada)

LAJES MOLDADAS NO LOCAL



Laje mista (vigota e lajota)



Laje mista (vigota e lajota)



LAJES EM PRÉ-LAJE



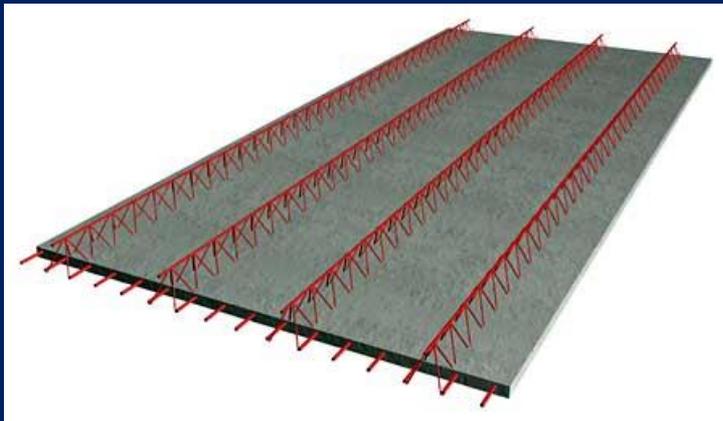








LAJES EM PRÉ-LAJE



LAJES PRÉMOLDADA



LAJES PRÉMOLDADA

- Elemento estrutural que forma o piso das edificações (vedação horizontal)
- Efeito de diafragma → muito importante em edifícios altos
- Efeito de membrana → mecanismo de segurança adicional no caso de remoção de paredes
- Etapa importante que faz parte do **caminho crítico** do ciclo de produção do pavimento

LAJES PRÉMOLDADA

- Possibilidade de utilização de lajes completamente pré-moldadas
- Precisão dimensional de forma a evitar/diminuir a utilização de camadas de regularização
- Possibilidade de produção em canteiro evitando ou diminuindo custos de transportes

LAJES PRÉMOLDADA

- Eliminação dos serviços de “forma tradicional” e escoramentos
- Eliminação de intervalos – liberação em seguida à colocação
- Uso de concreto comum, sem necessidade de bombas
- Possibilidade de industrializar armação e instalações

LAJES PRÉMOLDADA

■ LAJE EM PILHAS

- Cada peça é concretada sobre a anterior já acabada
- Formas mais simples → testeira da laje
- Dificuldade de uso de rebaixos ou sobressaltos
- A última concretada é a primeira a ser usada







L2.NF. 736
L2.NF. 730
L2.NF. 721
L2.NF. 697
L2.NF. 682
L2.NF. 679E
L2.NF. 654

07/11/11
05/11/11
04/11/11
03/11/11
01/11/11
29/10/11
28/10/11

LAJES PRÉMOLDADA

■ LAJE EM BATERIAS

- Conjunto de peças concretadas ao mesmo tempo
- Possibilidade de transporte a curtas idades, na vertical
- Acabamento de forma metálica nas duas faces
- Possibilidade de estocagem e uso na seqüência de produção











2010/06/18











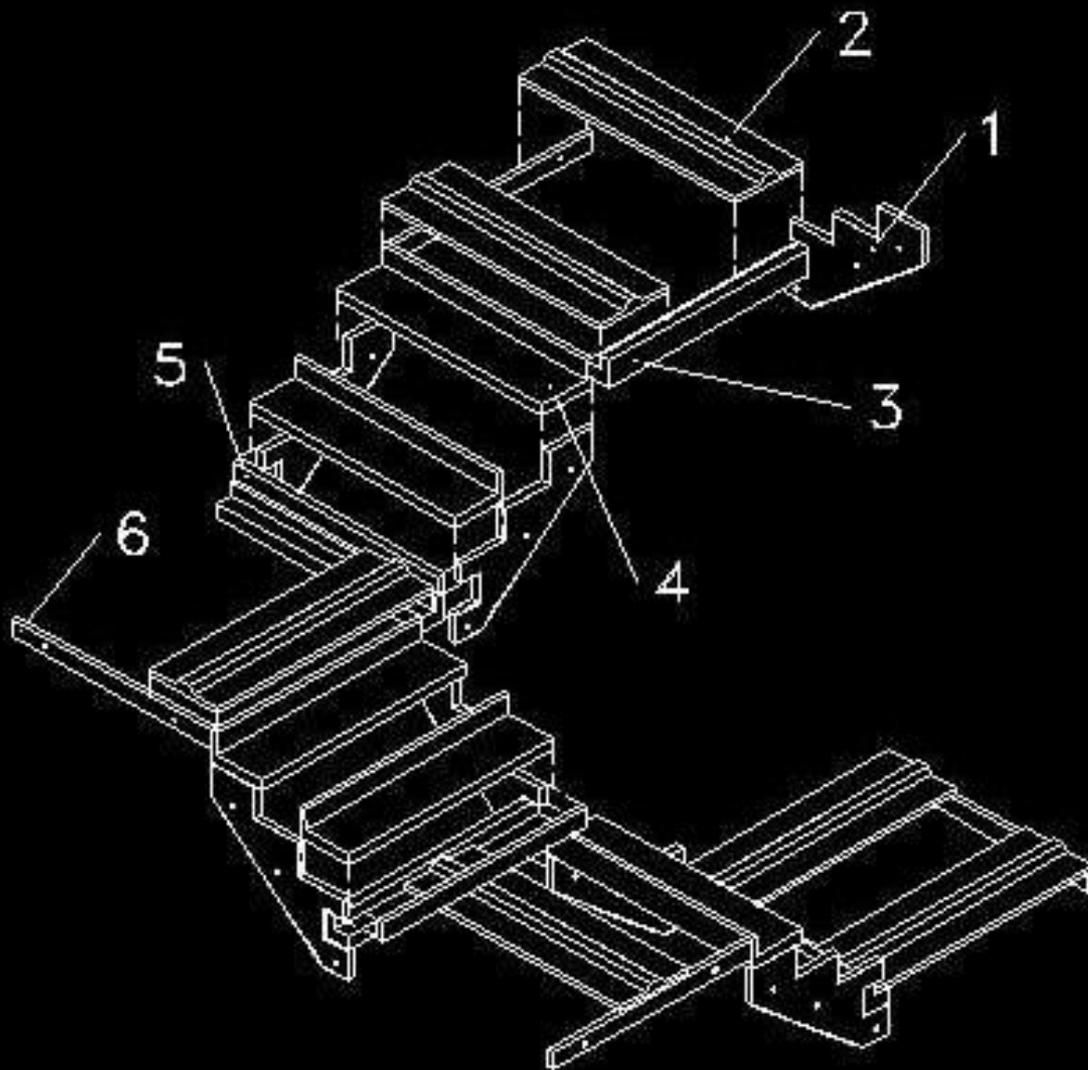
TES

4-2020

ESCADAS PRÉMOLDADAS

- Eliminação de forma complexa
- Possibilidade de realmente ter uma escada acabada
- Uso em conjunto com outros pré-moldados
- Existe possibilidade de utilização de pré-moldados pesados ou leves

ESCADAS PRÉMOLDADAS LEVES



PRÉMOLDADAS LEVES – “JACARÉ”



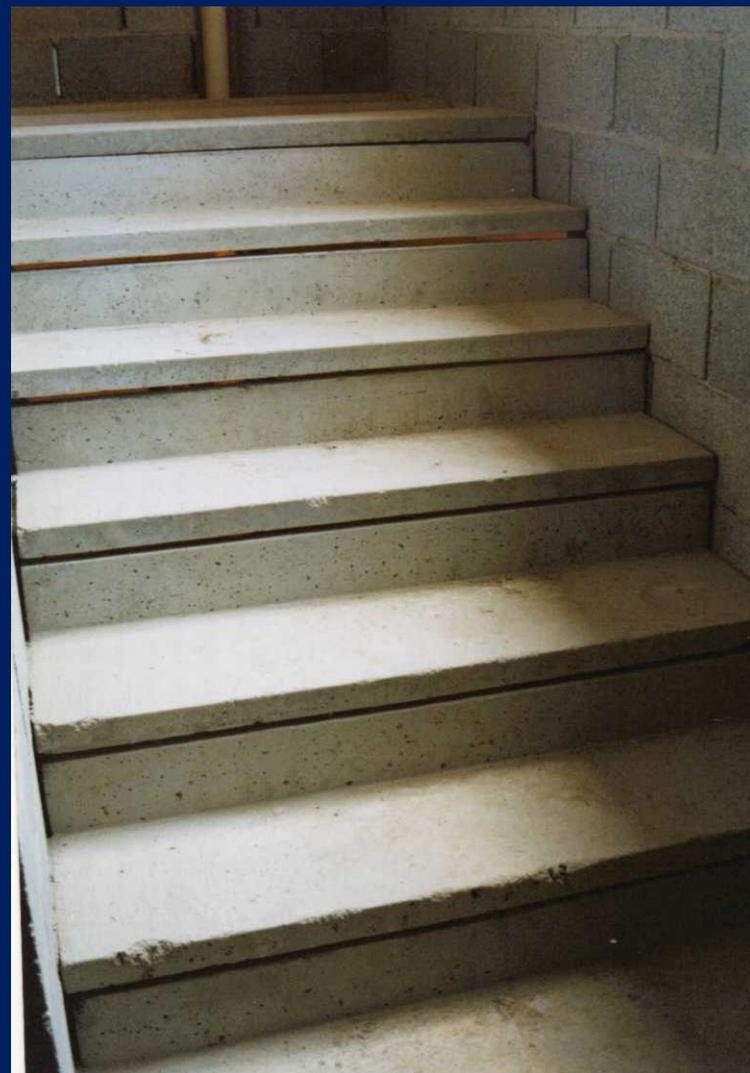
PRÉMOLDADAS LEVES – “JACARÉ”



PRÉMOLDADAS LEVES – “JACARÉ”



PRÉMOLDADAS LEVES – “JACARÉ”



PRÉMOLDADAS LEVES – “JACARÉ”



PRÉMOLDADAS LEVES – “JACARÉ”



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



08/07/2006

ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



ESCADAS PRÉMOLDADAS PESADAS



INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações HIDRÁULICAS

Interface com ESQUADRIAS

REVESTIMENTOS

LAJES E ESCADAS

JUNTAS de Trabalho e Movimentação

Fundações e Arrimos

JUNTAS de Trabalho e Movimentação

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - Evitar patologias devido às movimentações da estrutura e suas partes;
 - Evitar patologias devido às movimentações das paredes
 - Garantir desempenho da edificação: Estabilidade Global, Estanqueidade, Acabamentos, etc...

JUNTAS de Trabalho e Movimentação

- PRINCÍPIOS GERAIS:
 - Evitar o uso de armadores e carpinteiros;
 - Técnicas para garantir o acabamento dos elementos;
 - Uso de Pré-moldagem;
 - Foco no Planejamento operacional da obra.

JUNTAS de Trabalho e Movimentação

- SOLUÇÕES COMUNS:
 - Juntas de dilatação na estrutura
 - Juntas de trabalho nas paredes

JUNTAS de Trabalho (Controle)

onde localizar?

PAREDE MUITO LONGAS
MUDANÇAS BRUSCAS:

- altura;
- espessura;
- esforços verticais;

JUNTAS de Trabalho (Controle)

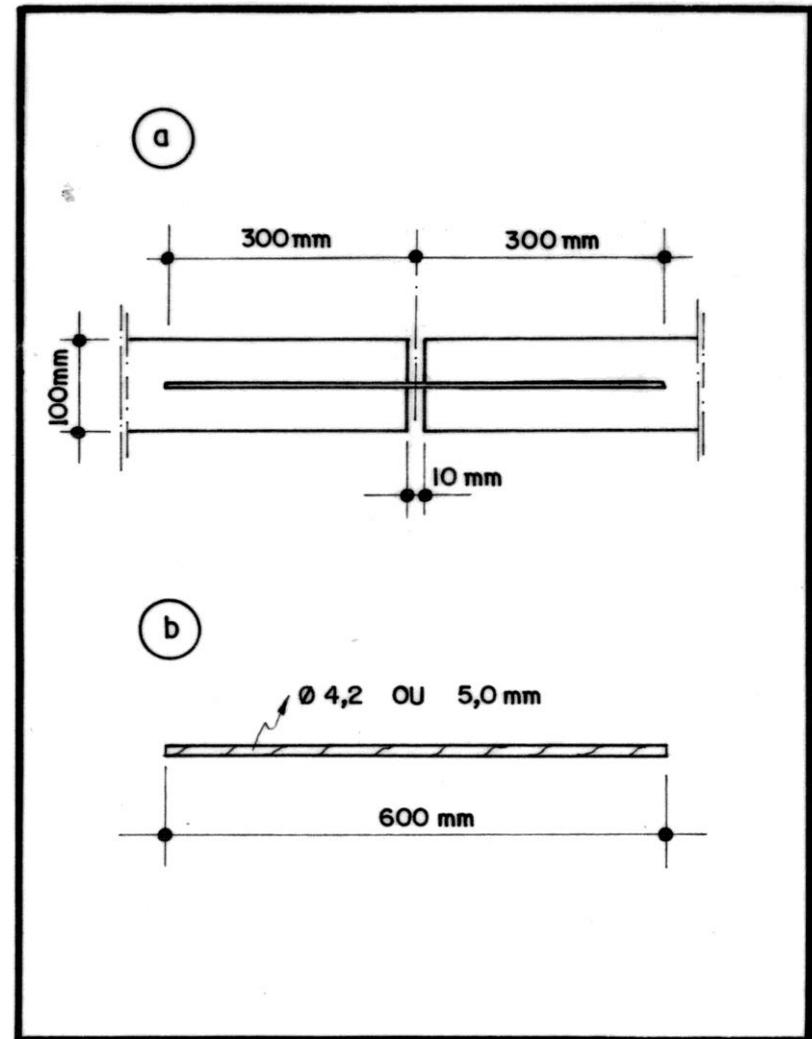


JUNTAS de Trabalho (Controle)

	Paredes cegas (m)		Paredes c/ aberturas (m)	
Tipo de bloco	Junta vertical		Junta vertical	
	sem	com	sem	com
Concreto	12,0	9,0	9,0	7,0
Cerâmico	14,0	2,0	10,0	8,0
BCCA	6,0	4,5	6,0	4,5
Sílico-calcário	6,0	4,5	6,0	4,5

JUNTAS de Trabalho (Controle)

CONECTOR DE CISCALHAMENTO



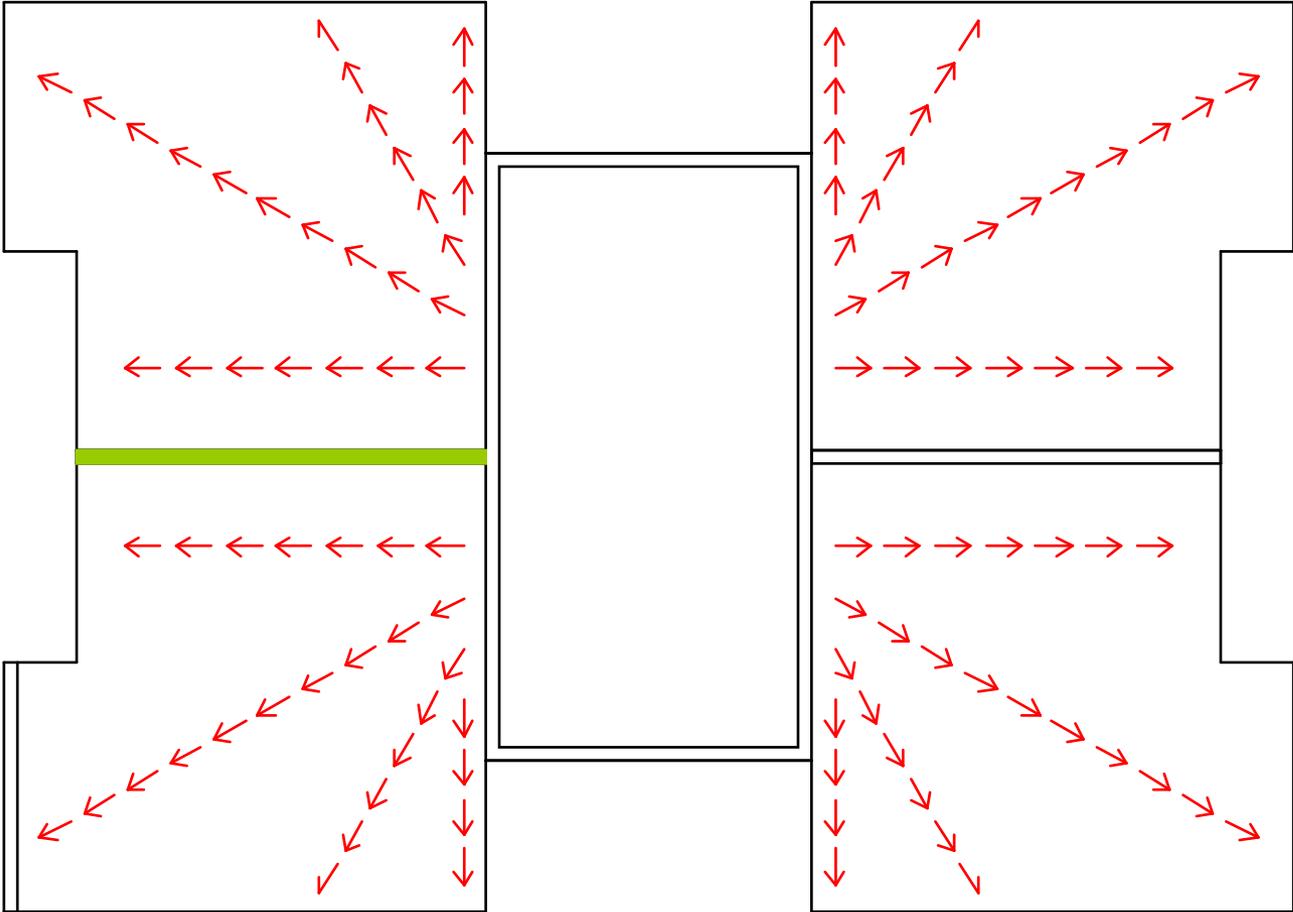
JUNTAS de Trabalho (Controle)

- PREENCHIMENTO DAS JUNTAS:
 - Com mastique no exterior da alvenaria para prevenir infiltração
 - Elementos de proteção da junta

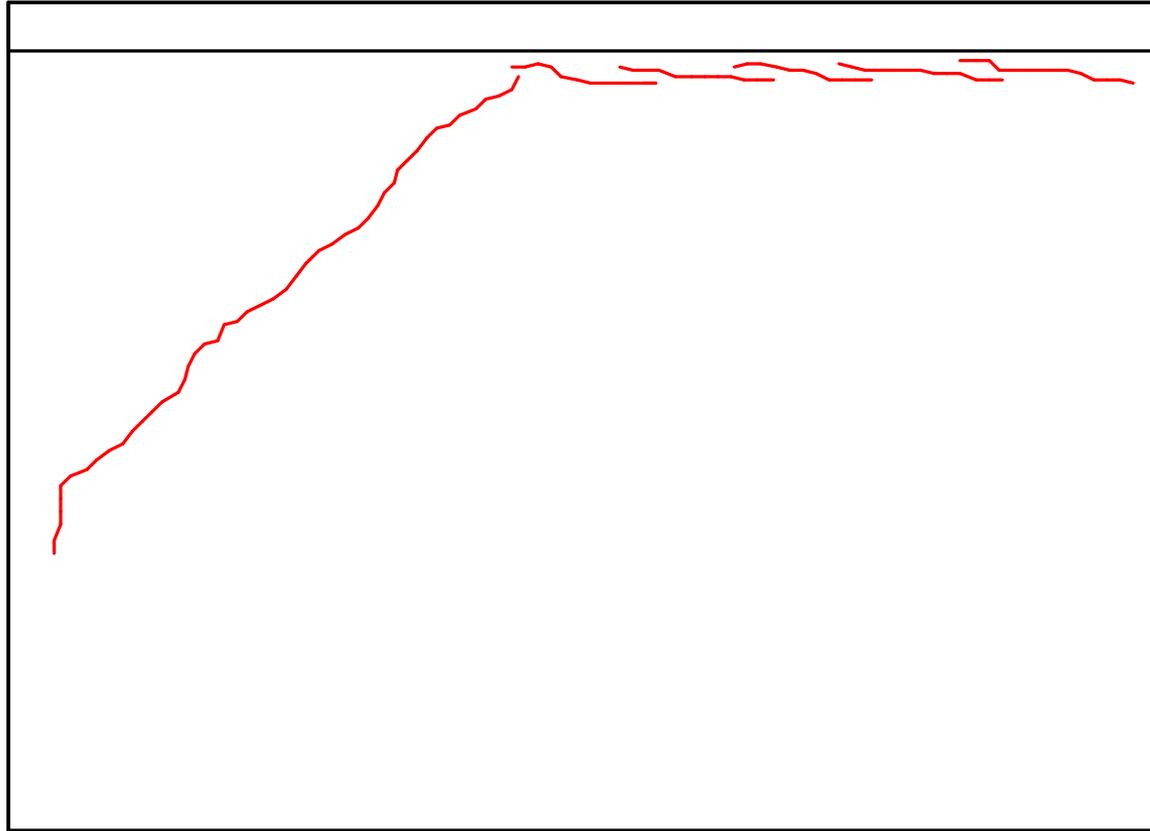
JUNTAS de Movimentação (Dilatação)



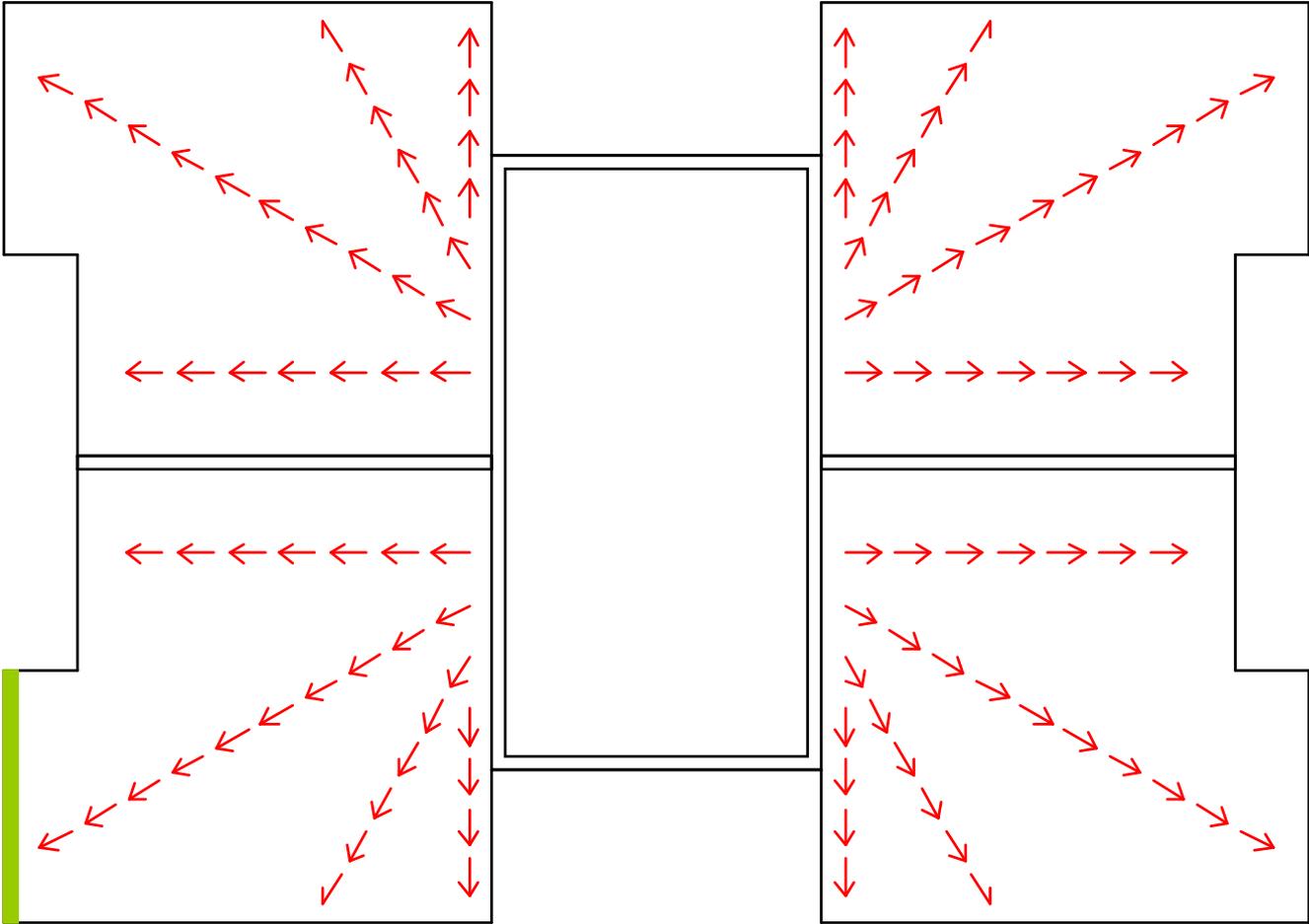
Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



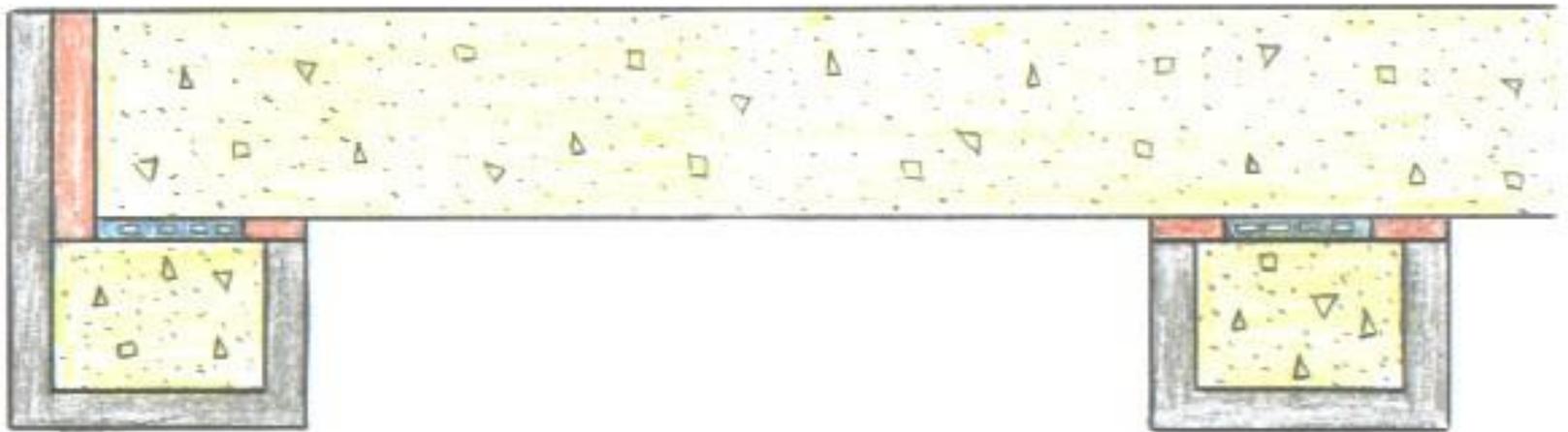
Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)



Junta de Movimentação (cobertura)

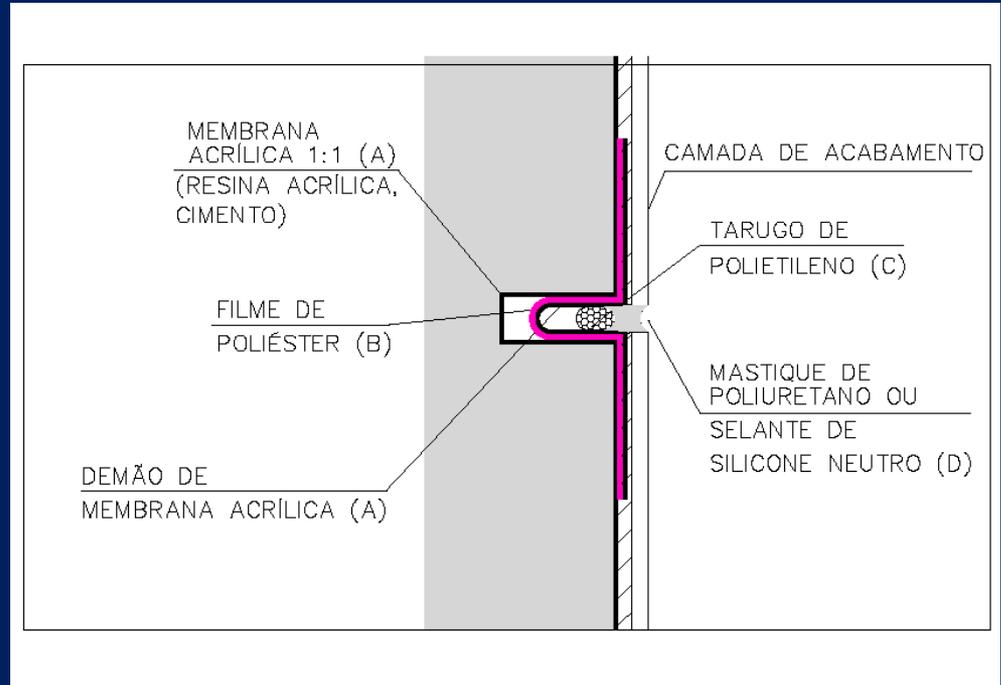


JUNTAS de Trabalho e Dilatação

- PREENCHIMENTO DAS JUNTAS:
 - Com mastique no exterior da alvenaria para prevenir infiltração
 - Elementos de proteção da junta

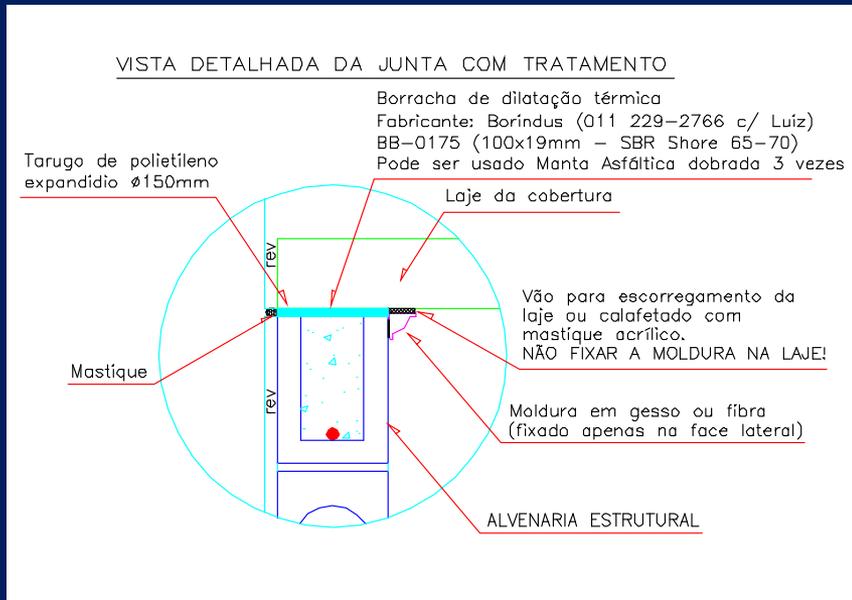
Preenchimento das juntas

Junta de dilatação da cobertura



Preenchimento das juntas

Junta de dilatação da cobertura



INTERAÇÃO ENTRE OS SUBSISTEMAS NA ALVENARIA ESTRUTURAL

Interface com instalações ELÉTRICAS

Interface com instalações HIDRÁULICAS

Interface com ESQUADRIAS

REVESTIMENTOS

LAJES E ESCADAS

JUNTAS de Trabalho e Movimentação

FUNDAÇÕES e ARRIMOS

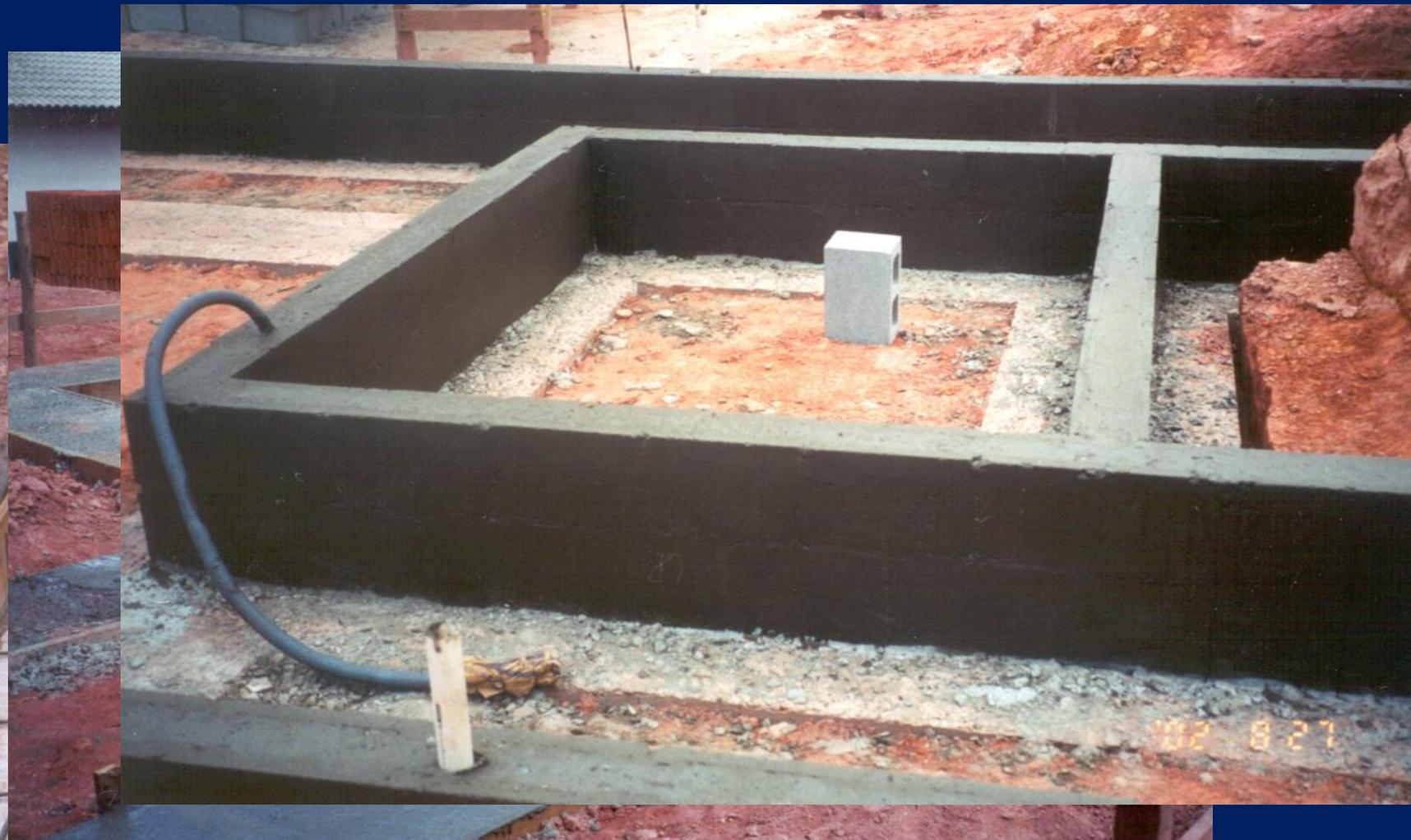
FUNDAÇÕES e ARRIMOS

- PRINCIPAIS PROBLEMAS:
 - Utilizar o princípio da 'cargas distribuída linearmente' da Alvenaria Estrutural
 - Racionalizar as estruturas de transição
 - Diminuir a utilização das de mão-de-obra de carpinteiro e armação;
 - Adequar-se aos cronogramas de execução das obras.

FUNDAÇÕES

- **SOLUÇÕES COMUNS:**
 - **Sapatas corridas**
 - **Radiers**
 - **Estacas alinhadas ao longo das paredes**
 - **“Efeito Arco” no baldrame**
 - **Fundação pré-moldada**

Sapatas corridas



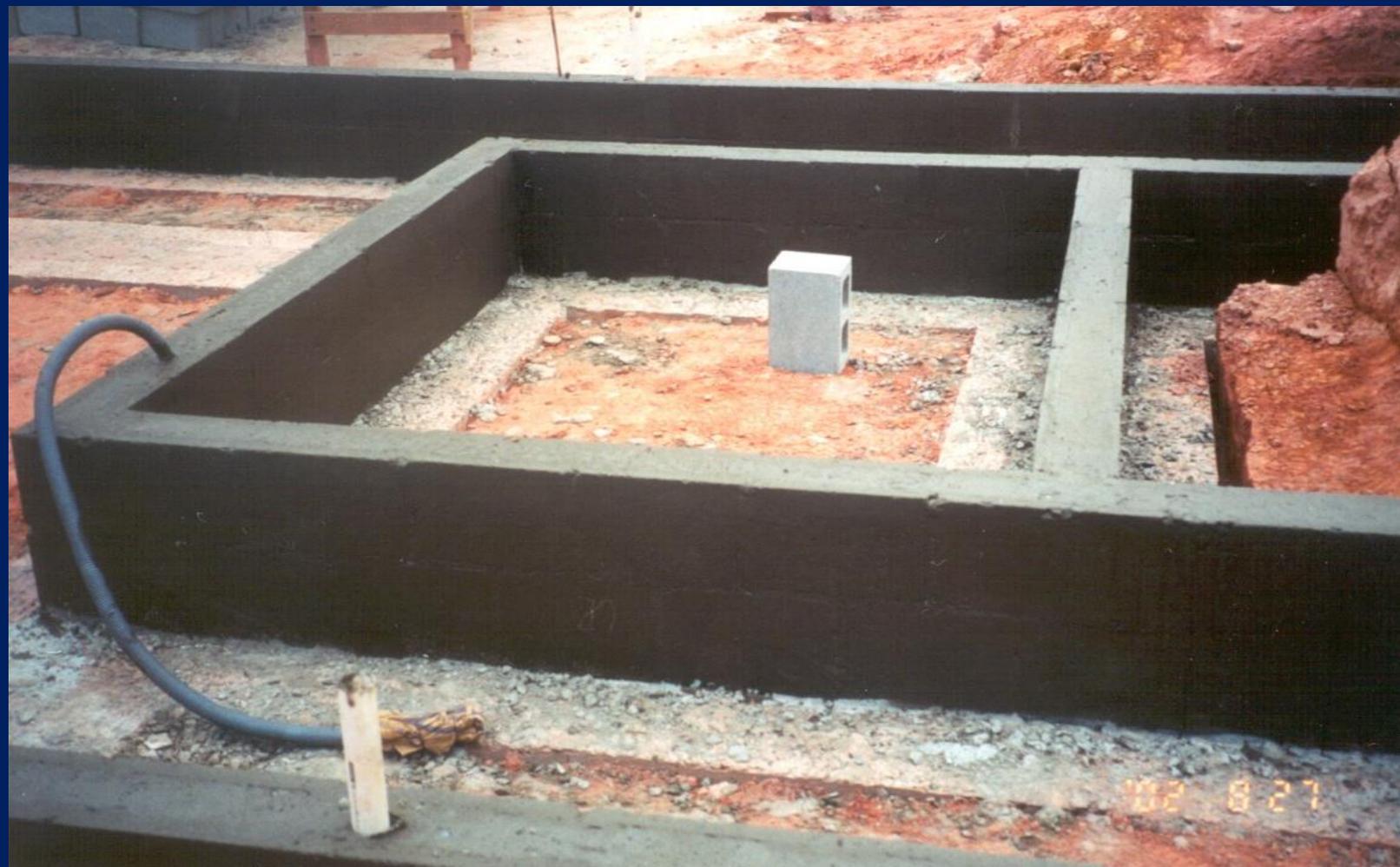
Sapatas corridas



Sapatas corridas



Sapatas corridas



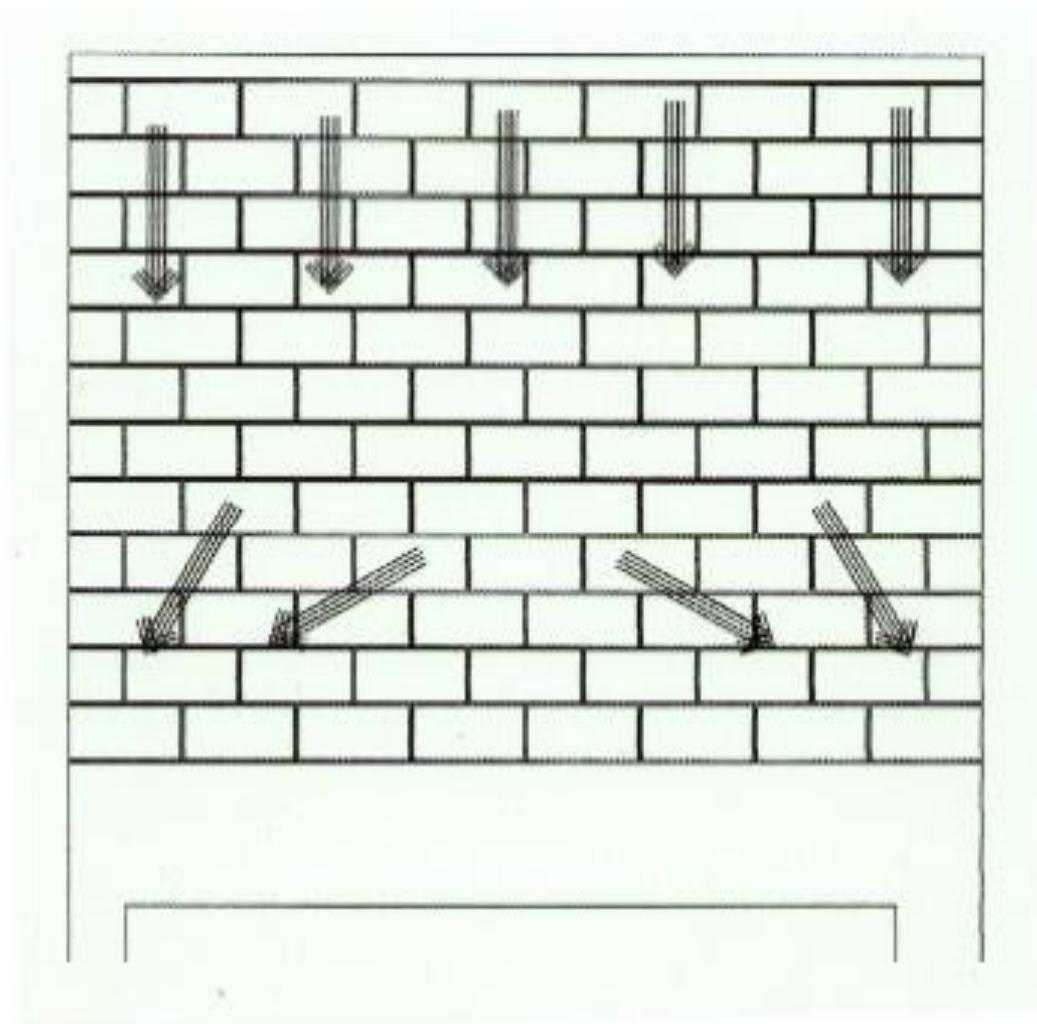
Radiers



Estacas alinhadas com baldrame



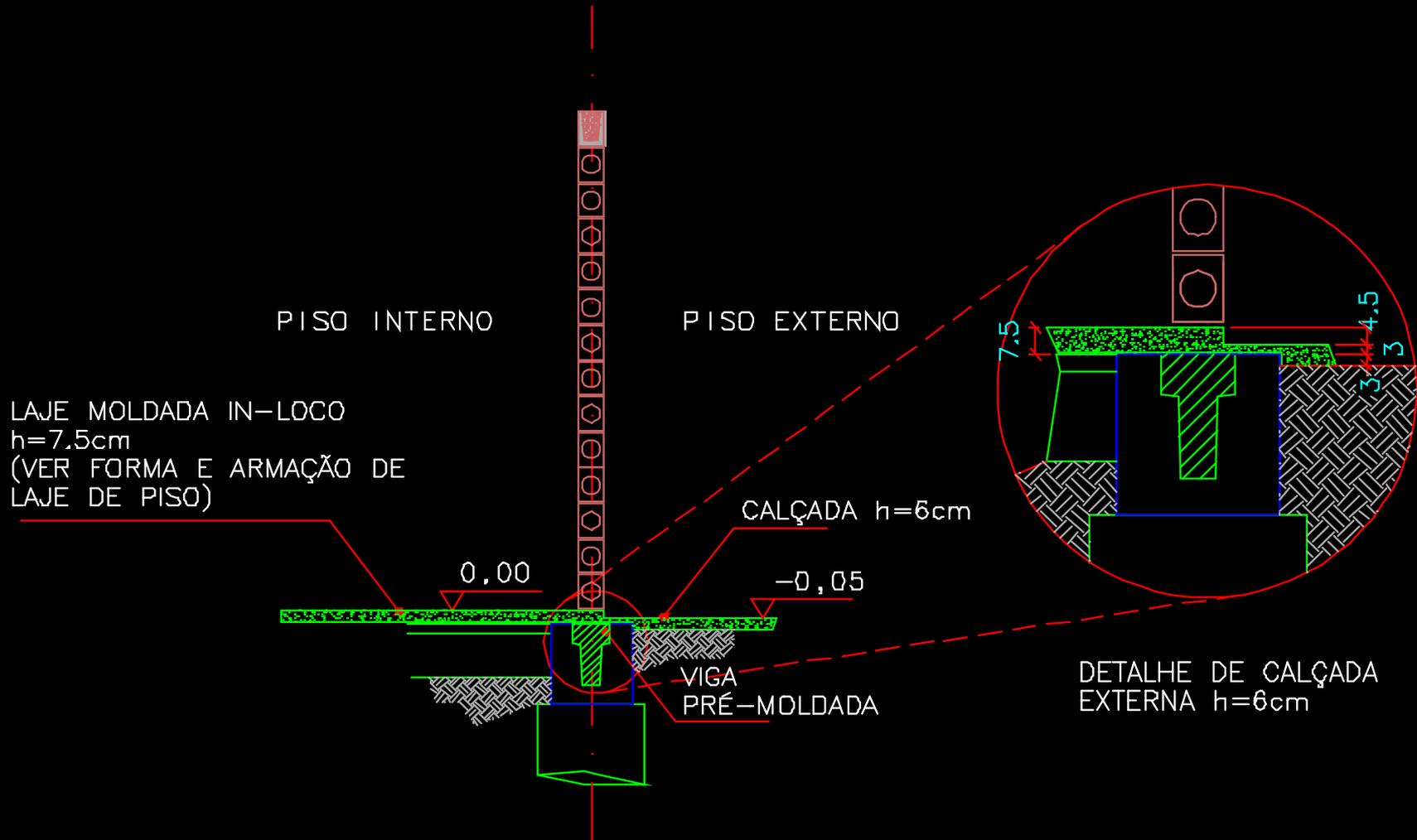
Efeito "ARCO"



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA

- Possibilidade de diminuição do ciclo de produção da fundação
- Maior controle das características dos materiais e componentes
- Diminuição da dependência de fatores climáticos

FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



FUNDAÇÃO PRÉMOLDADA



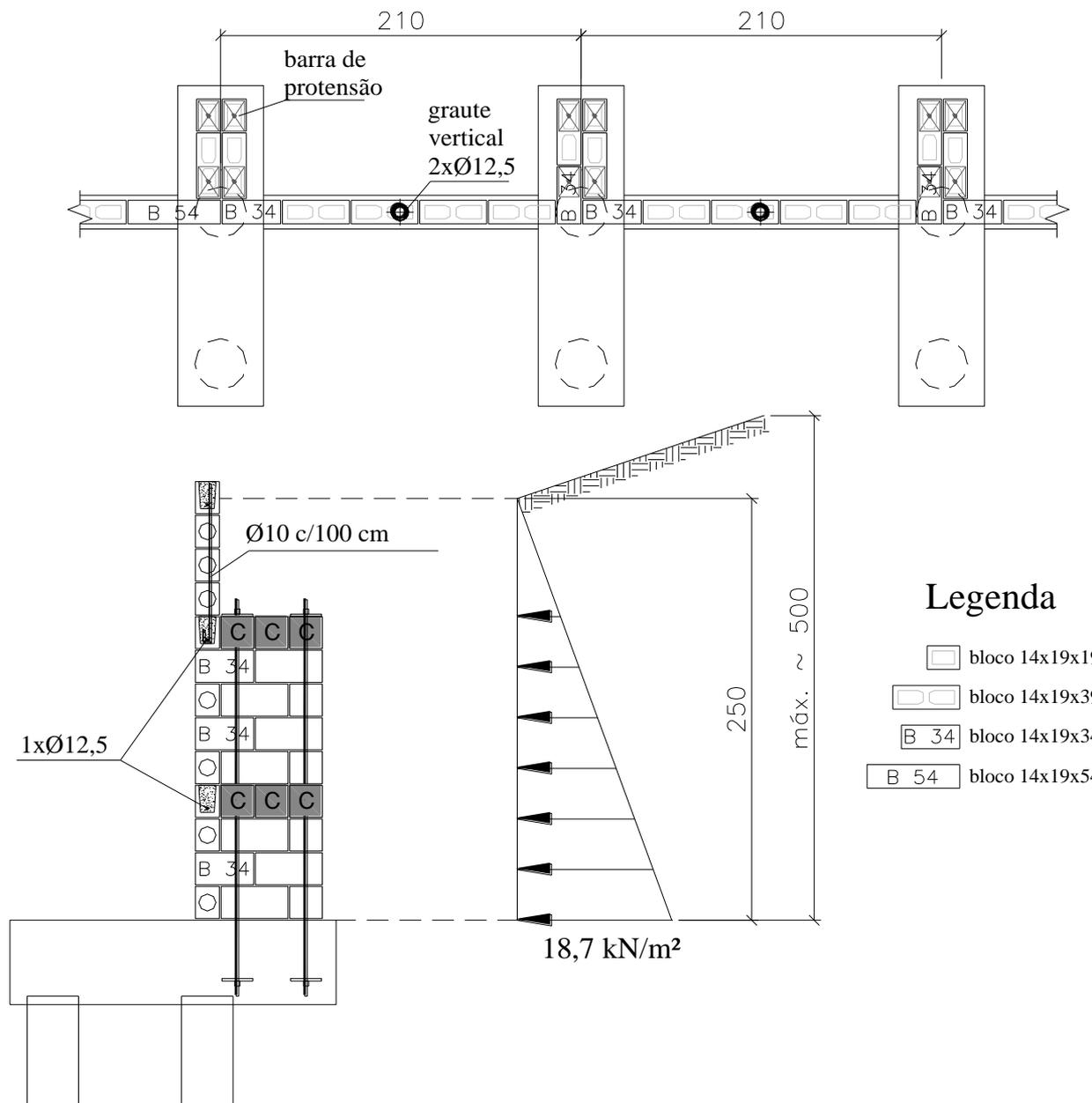
Muro de Arrimo de Alvenaria Armada



Muro de Arrimo de Alvenaria Armada



Muro de Arrimo de Alvenaria Protendida



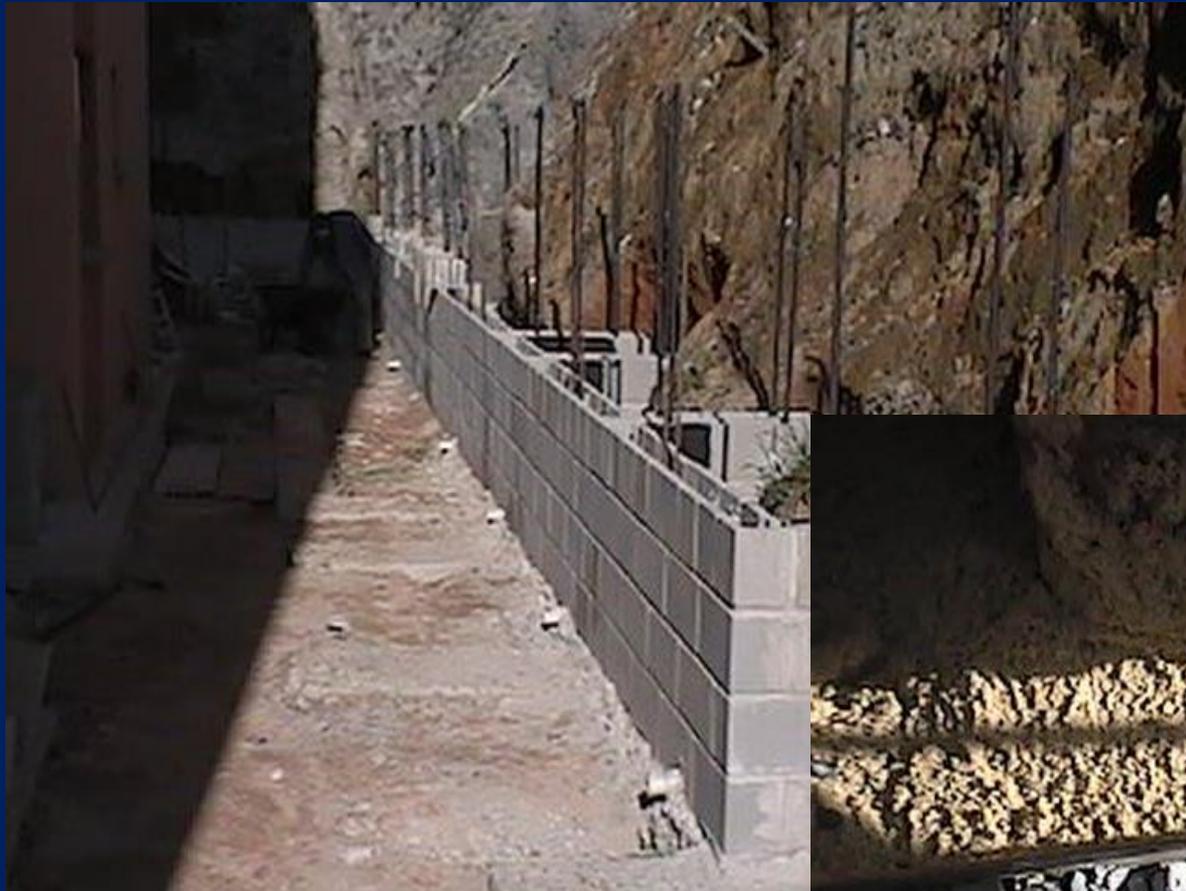
Muro de Arrimo de Alvenaria Protendida



Muro de Arrimo de Alvenaria Protendida



Muro de Arrimo de Alvenaria Protendida



Muro de Arrimo de Alvenaria Protendida



Muro de Arrimo de Alvenaria Protendida

