



**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



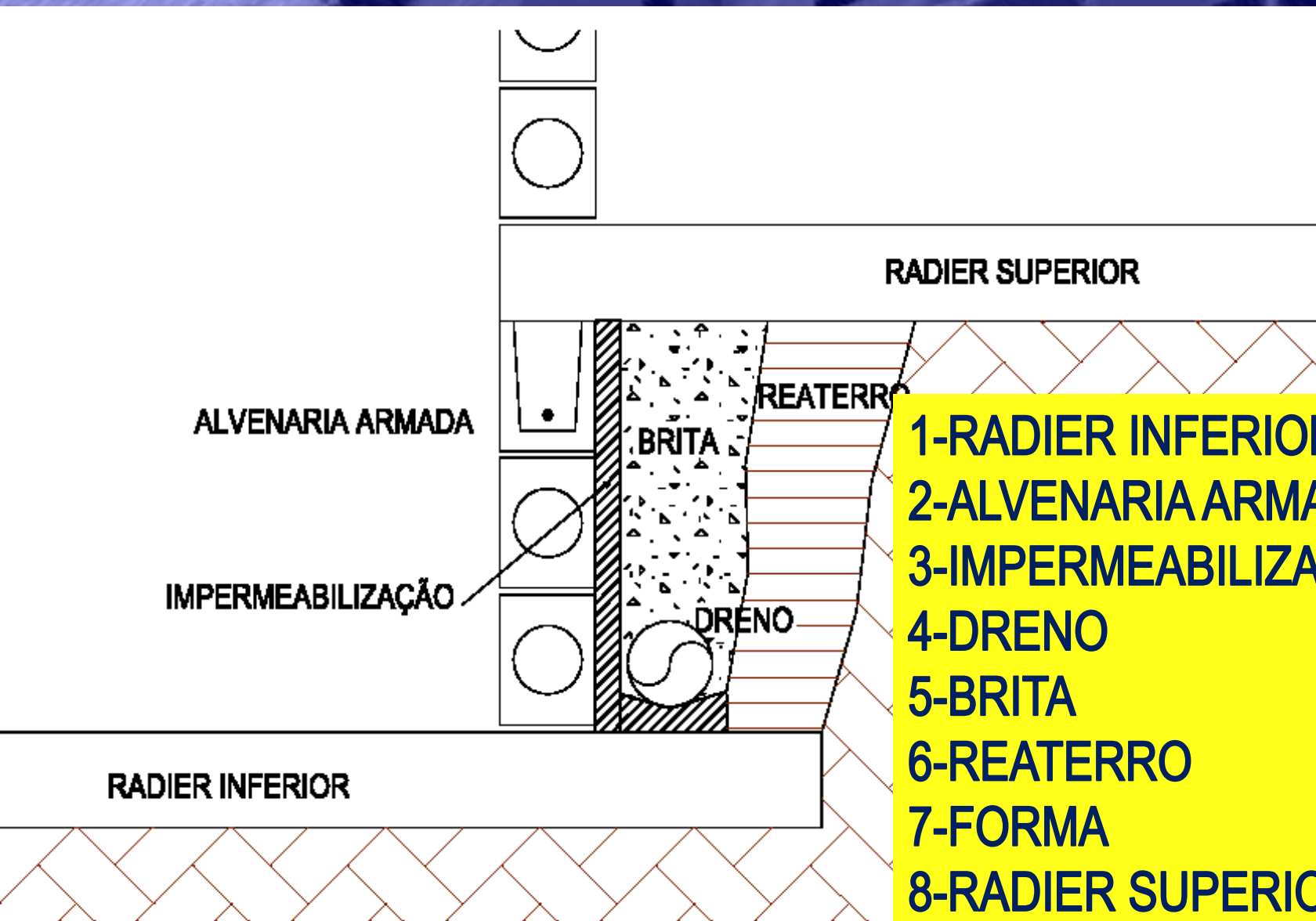
EXPERIÊNCIA  
NA  
EXECUÇÃO

# EXEMPLO 1:

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



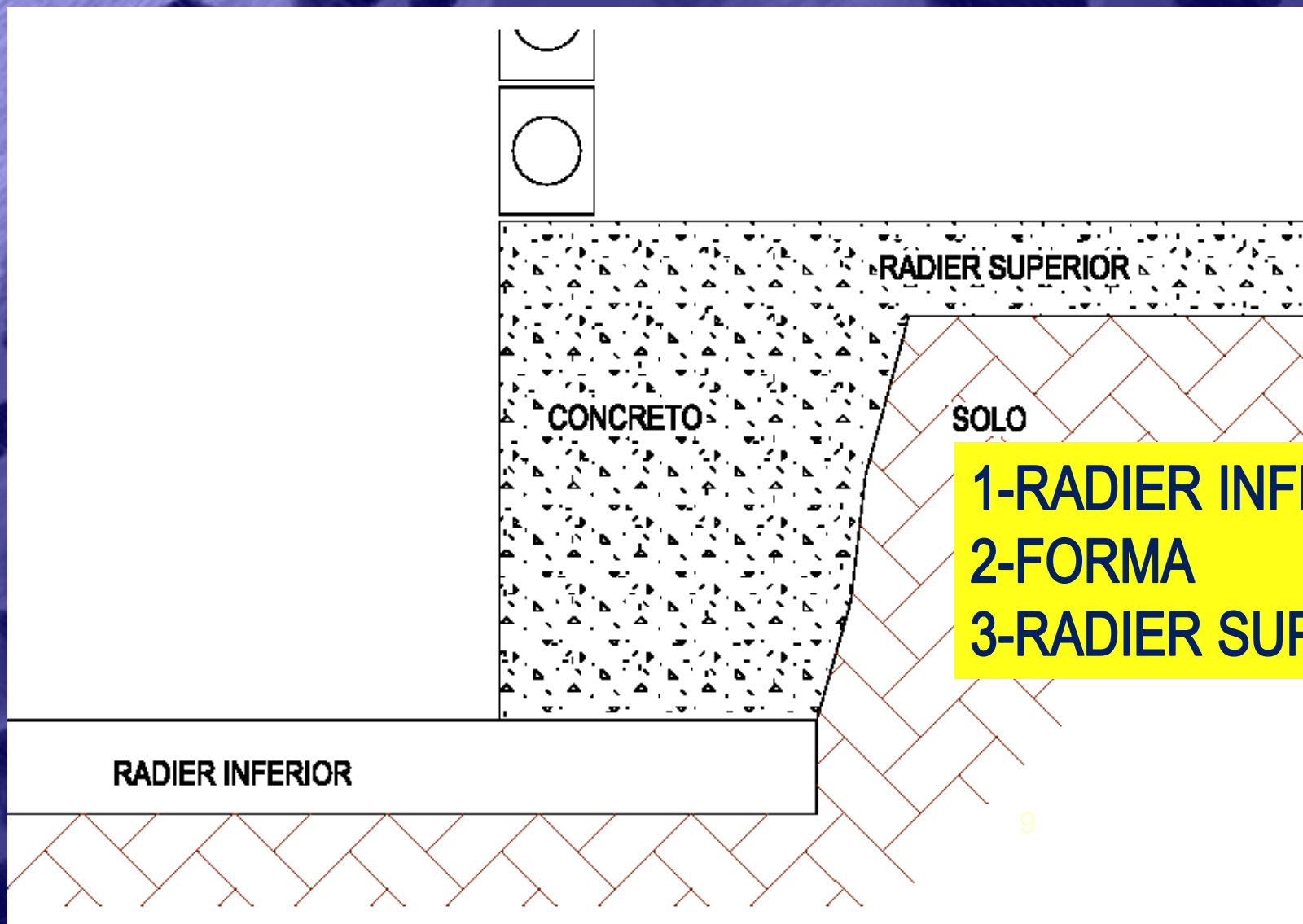
# OPÇÃO 1



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



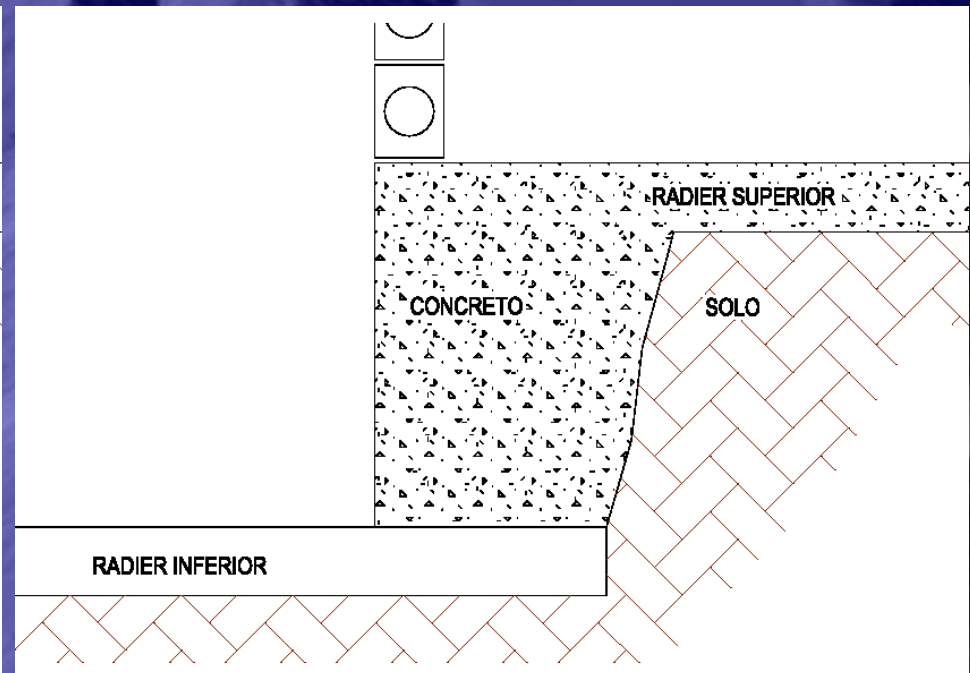
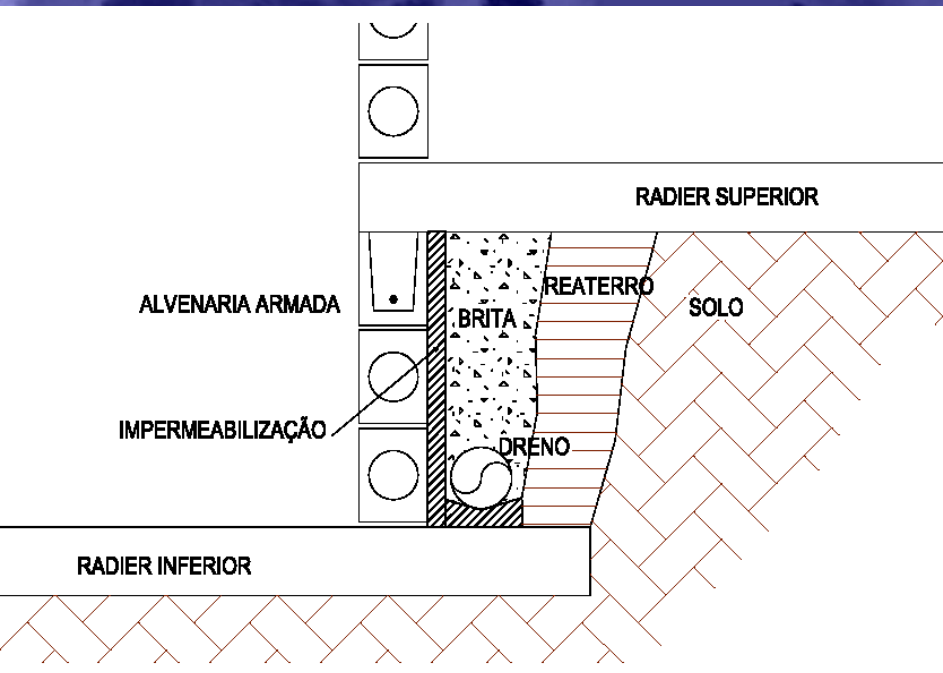
# OPÇÃO 2



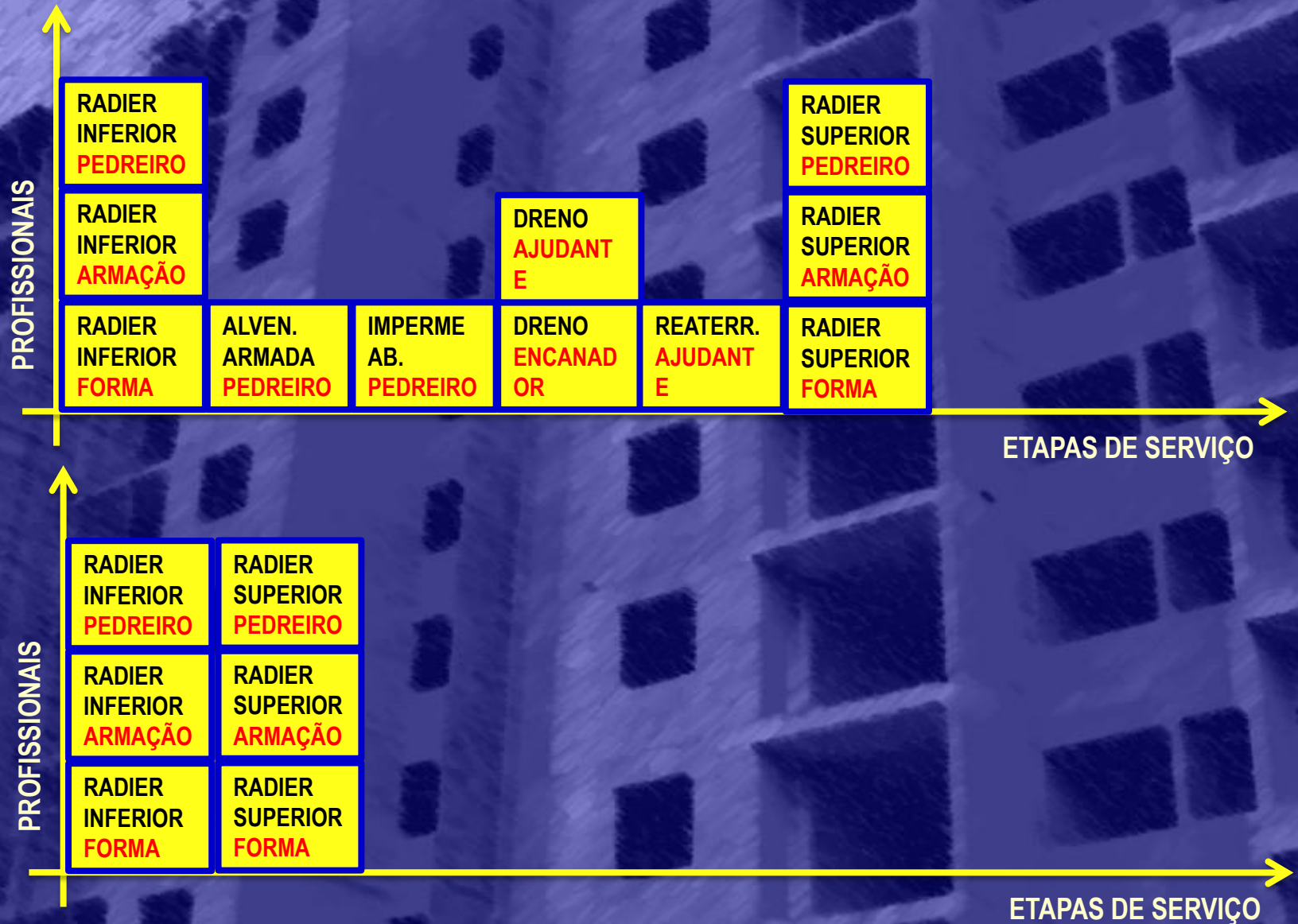
- 1-RADIER INFERIOR
- 2-FORMA
- 3-RADIER SUPERIOR

# 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

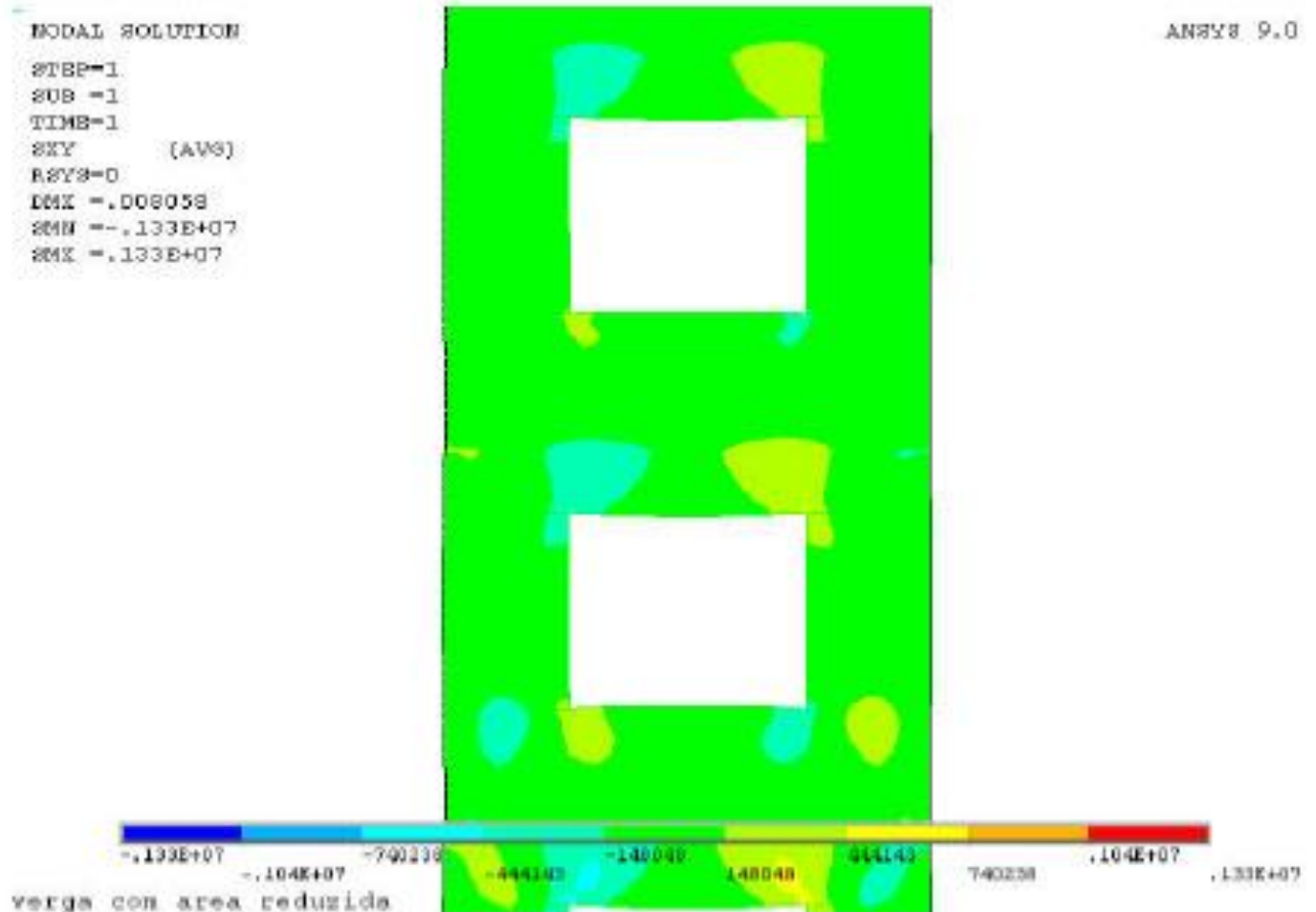


Figura 1 - Simulação de comportamento estrutural considerando os eixos X e Y

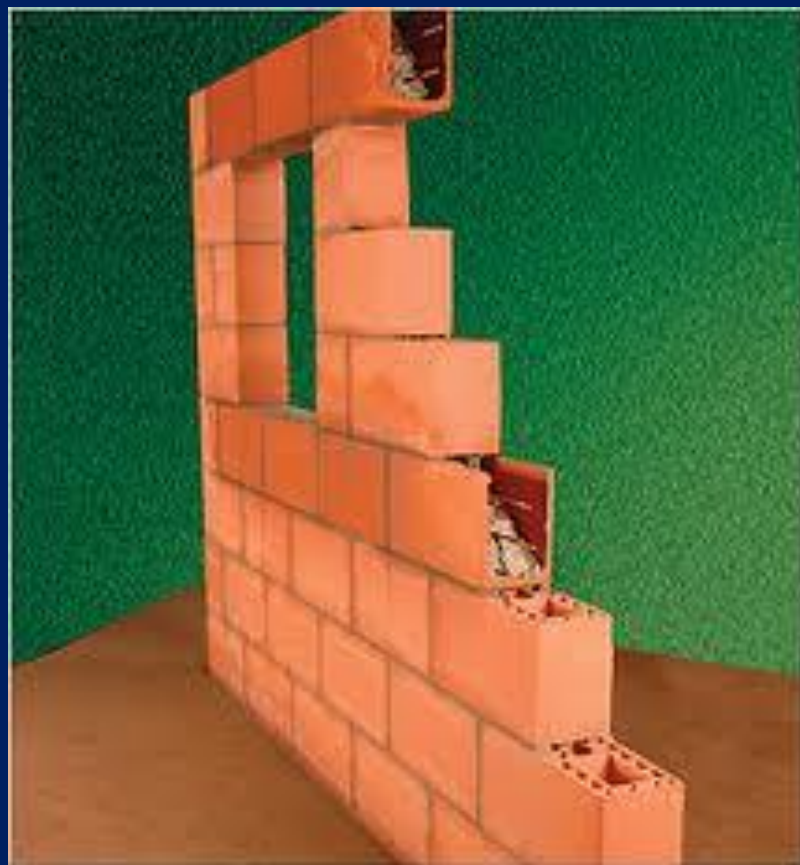
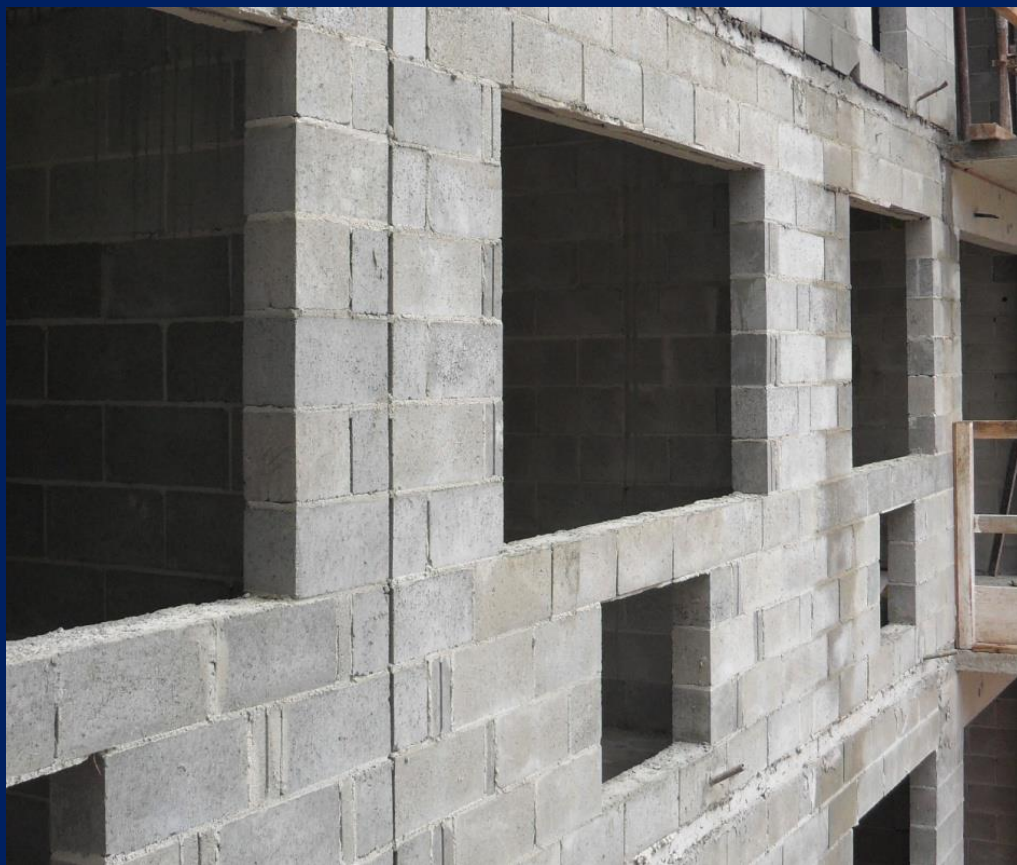
# Interface com ESQUADRIAS

- 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



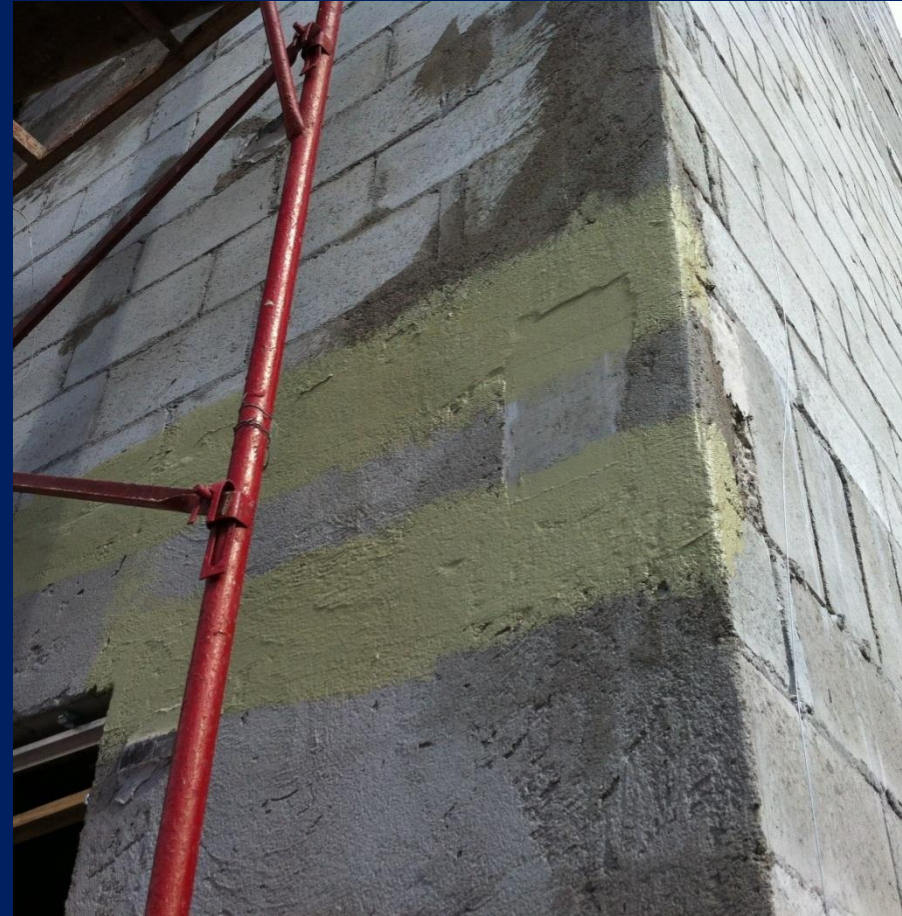
# Revestimento sem regularização



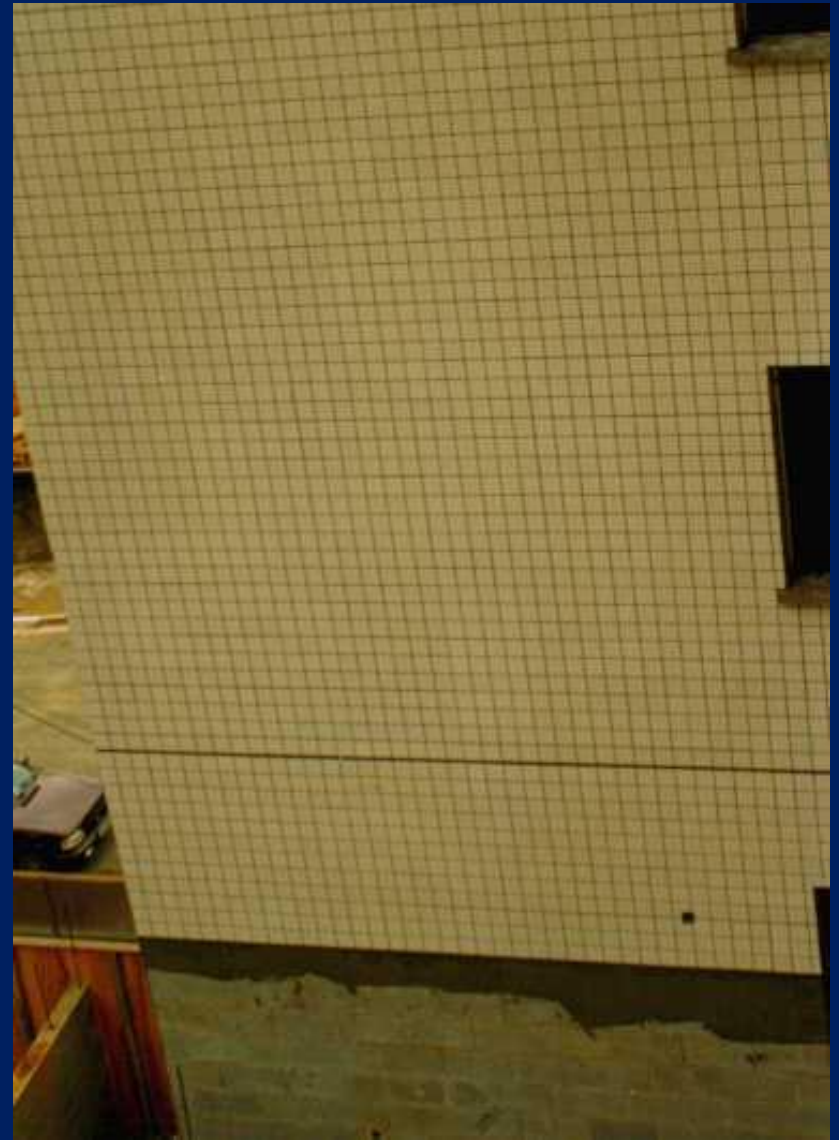
# Revestimento sem regularização



# 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



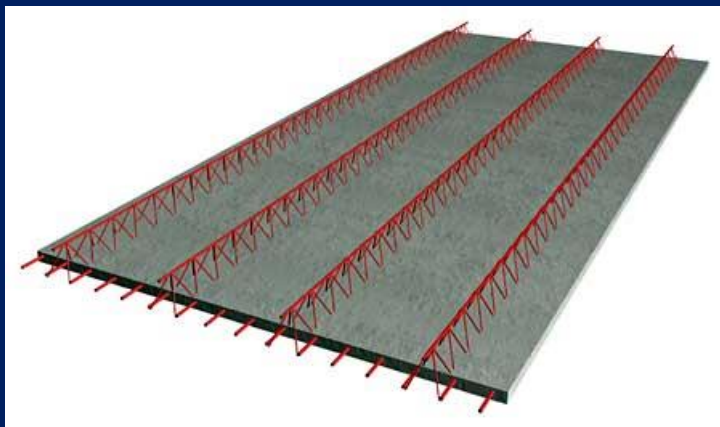








# LAJES EM PRÉ-LAJE





# 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









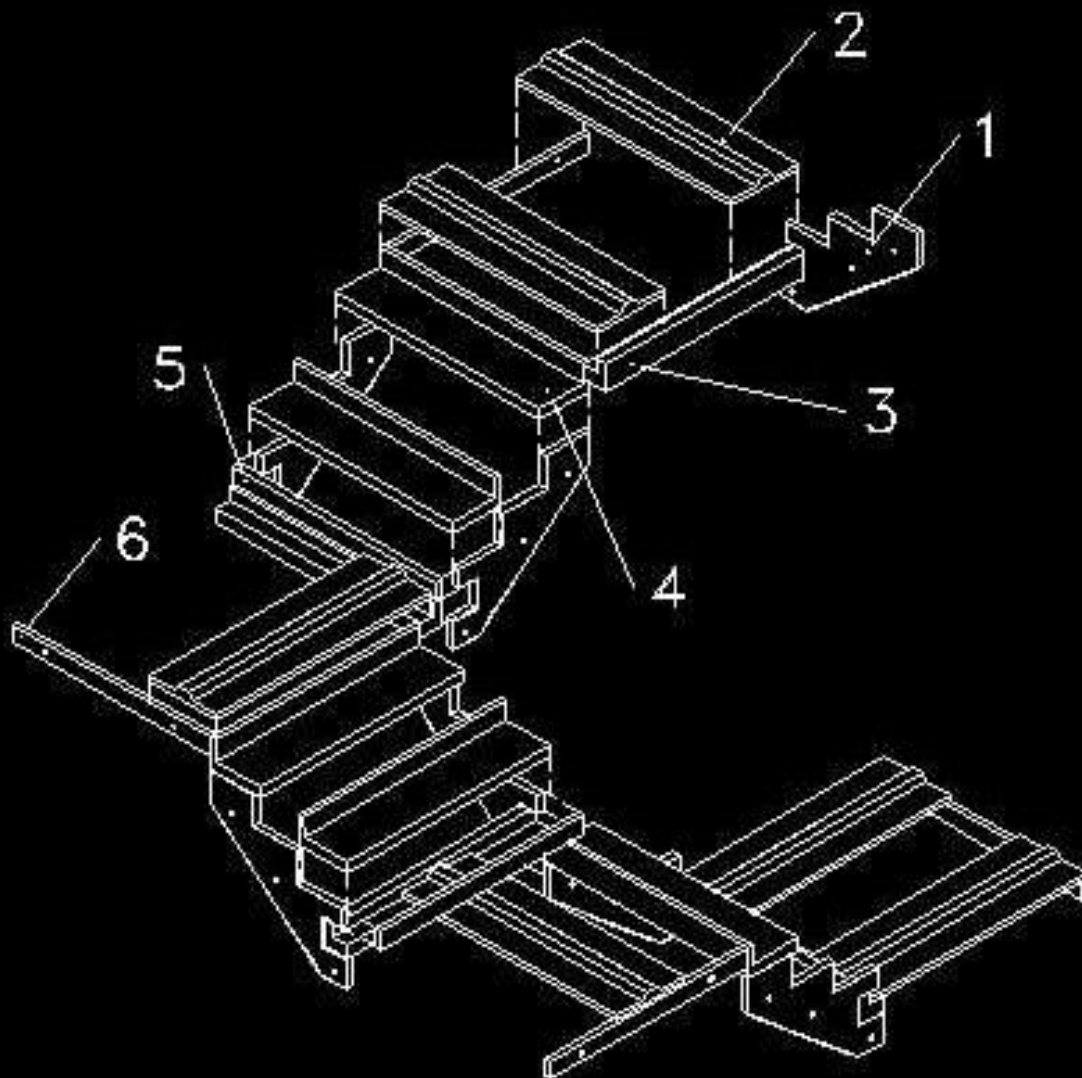




# ESCADAS PRÉMOLDADAS

- 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)

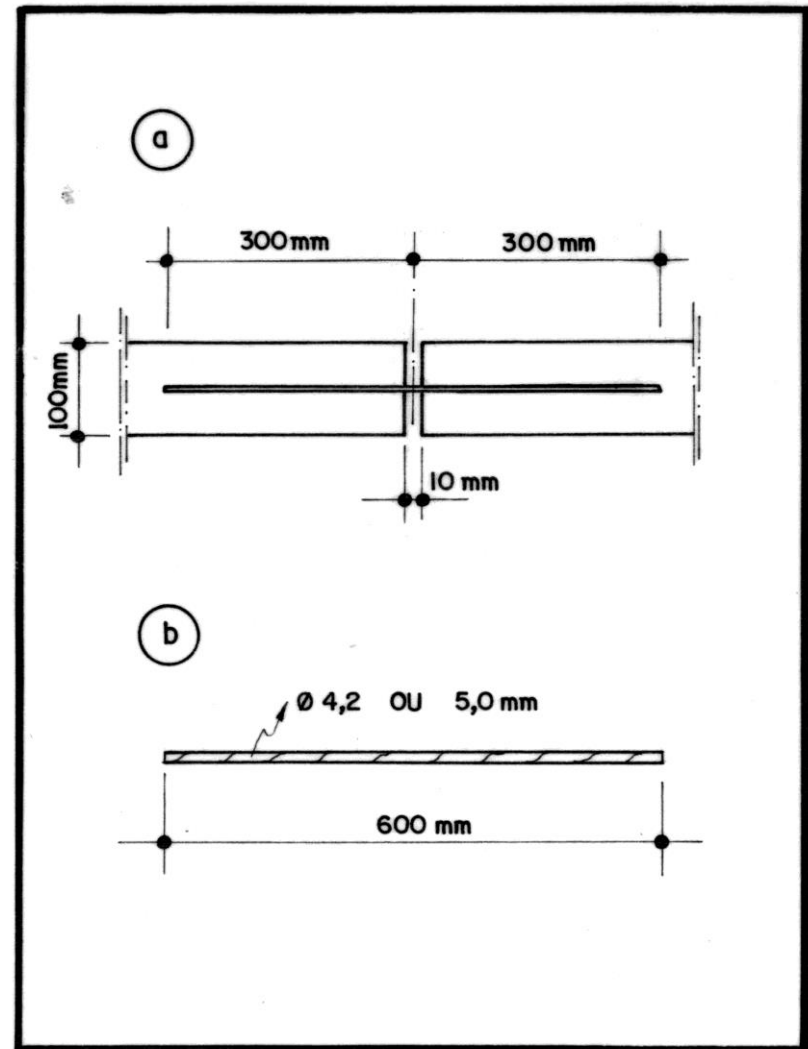


# JUNTAS de Trabalho (Controle)

	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)

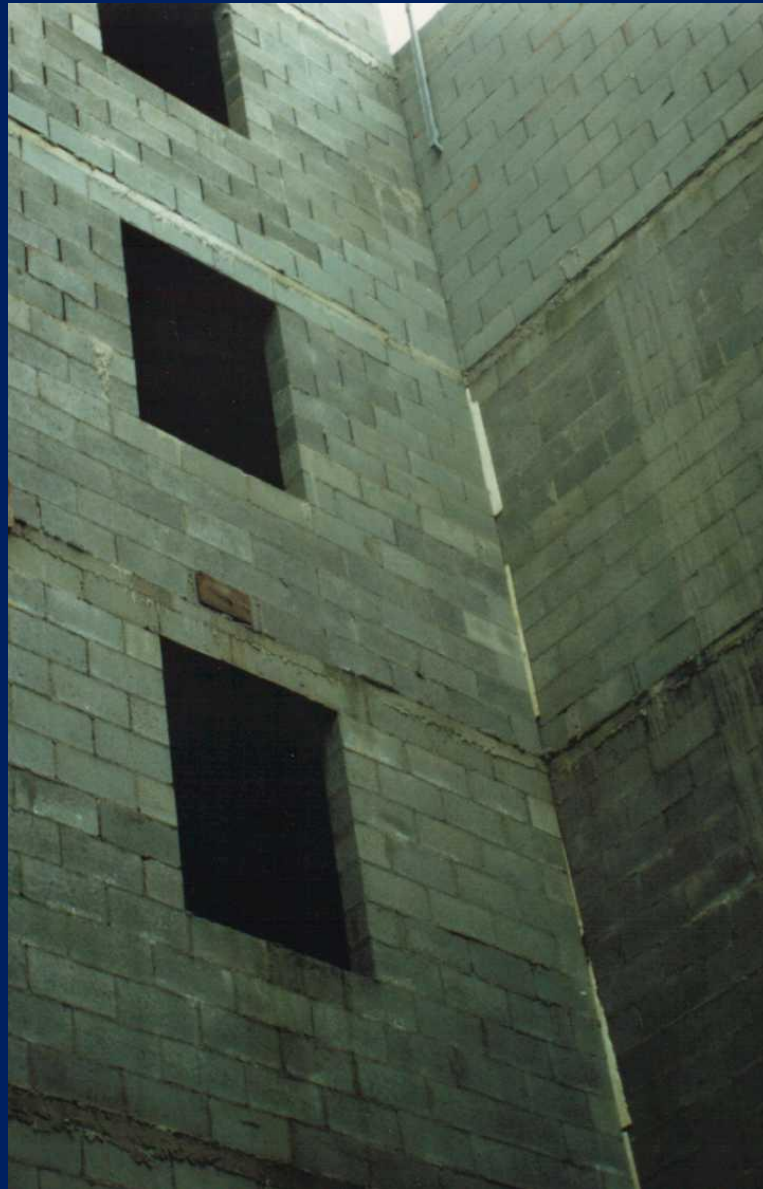
## CONECTOR DE CISCALHAMENTO



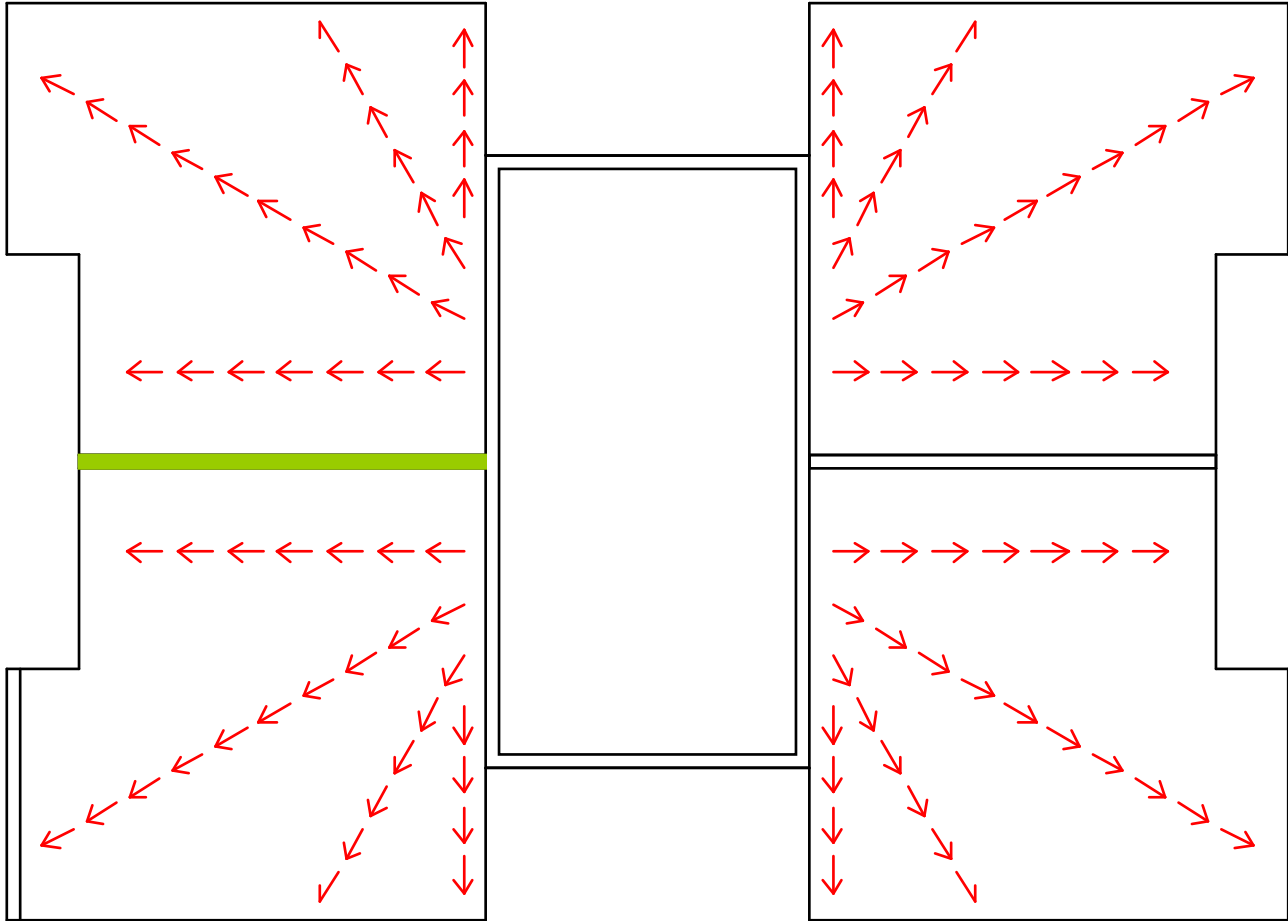
# JUNTAS de Trabalho (Controle)

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

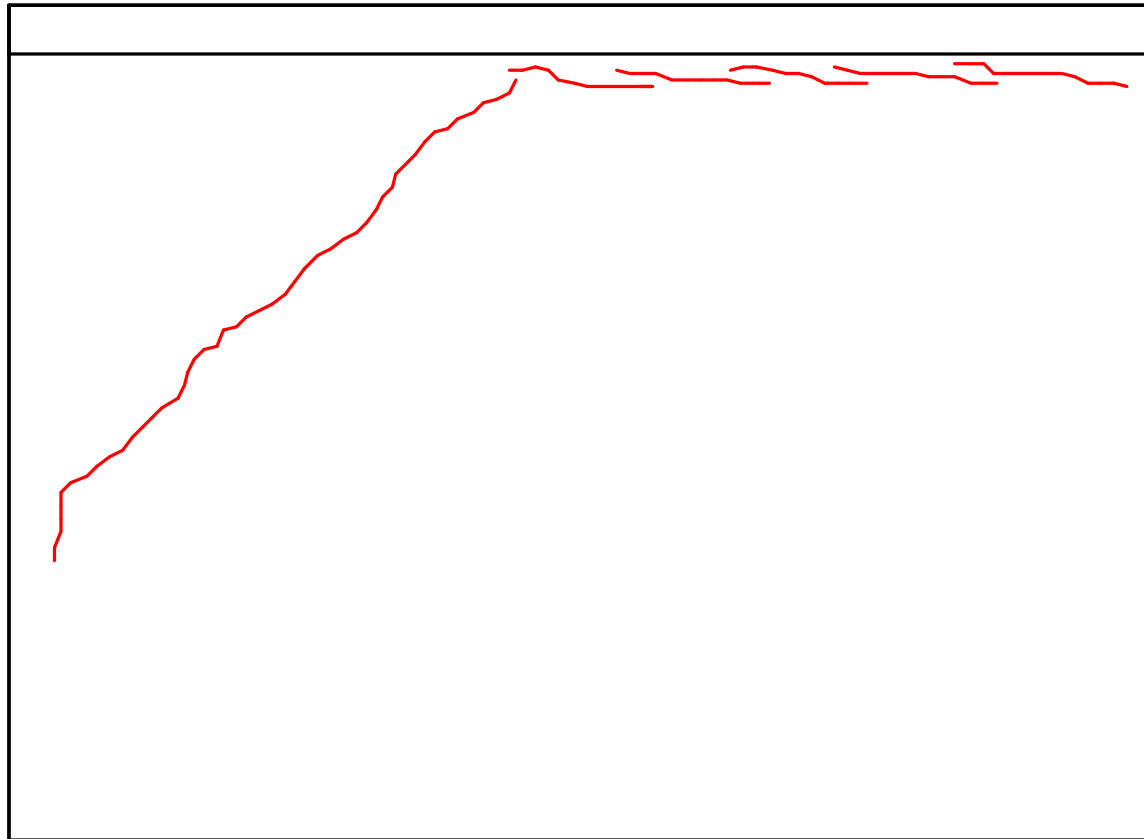
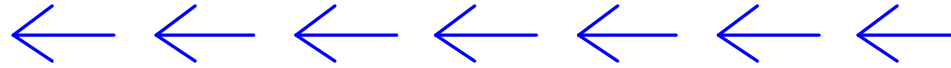
# JUNTAS de Movimentação (Dilatação)



# Junta de Movimentação (cobertura)

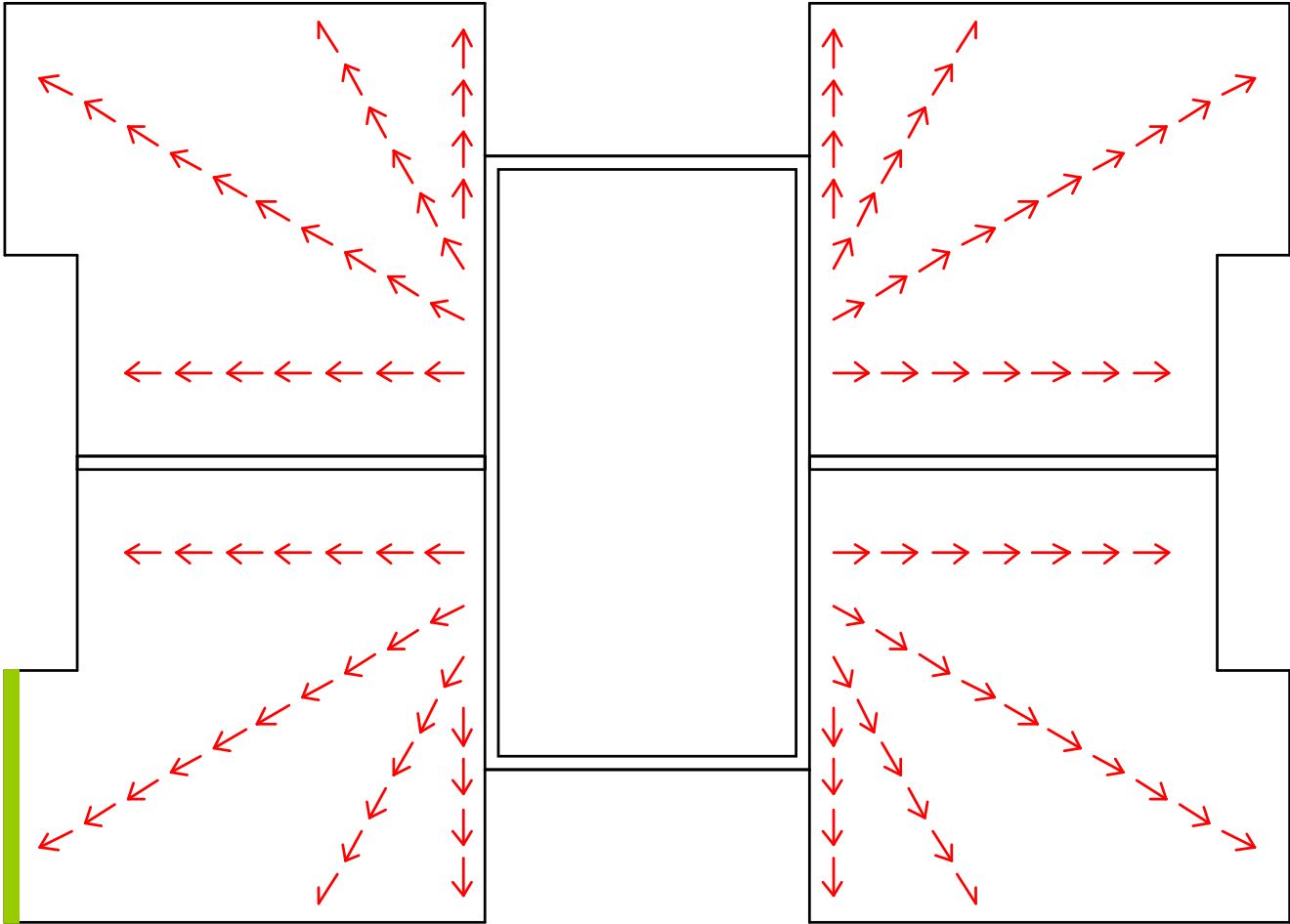


# Junta de Movimentação (cobertura)





# 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)

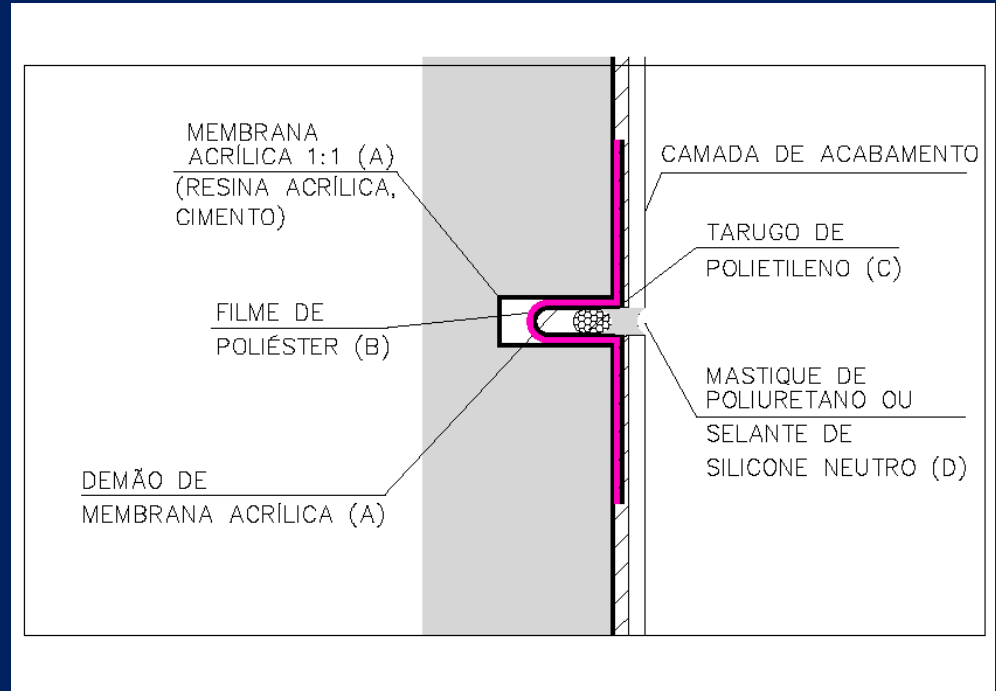


# JUNTAS de Trabalho e Dilatação

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

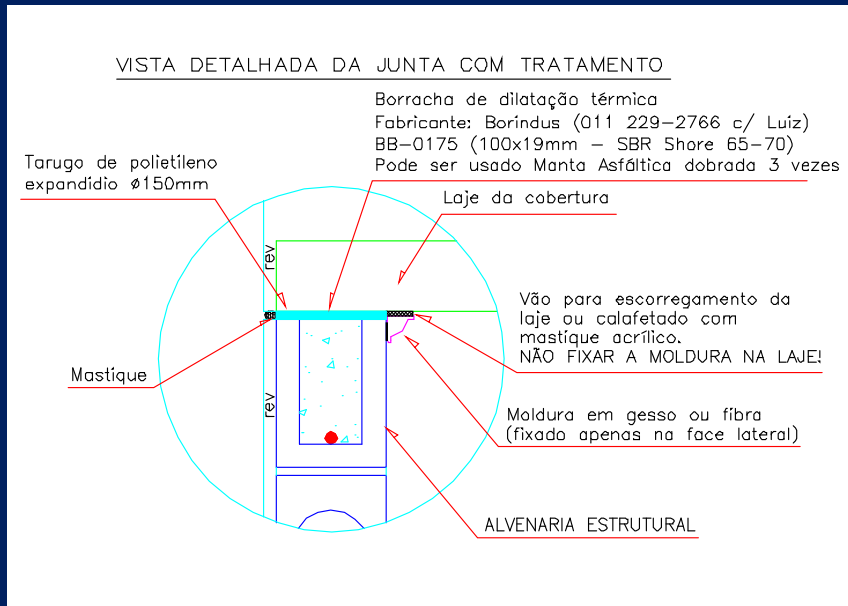
# Preenchimento das juntas

## 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**

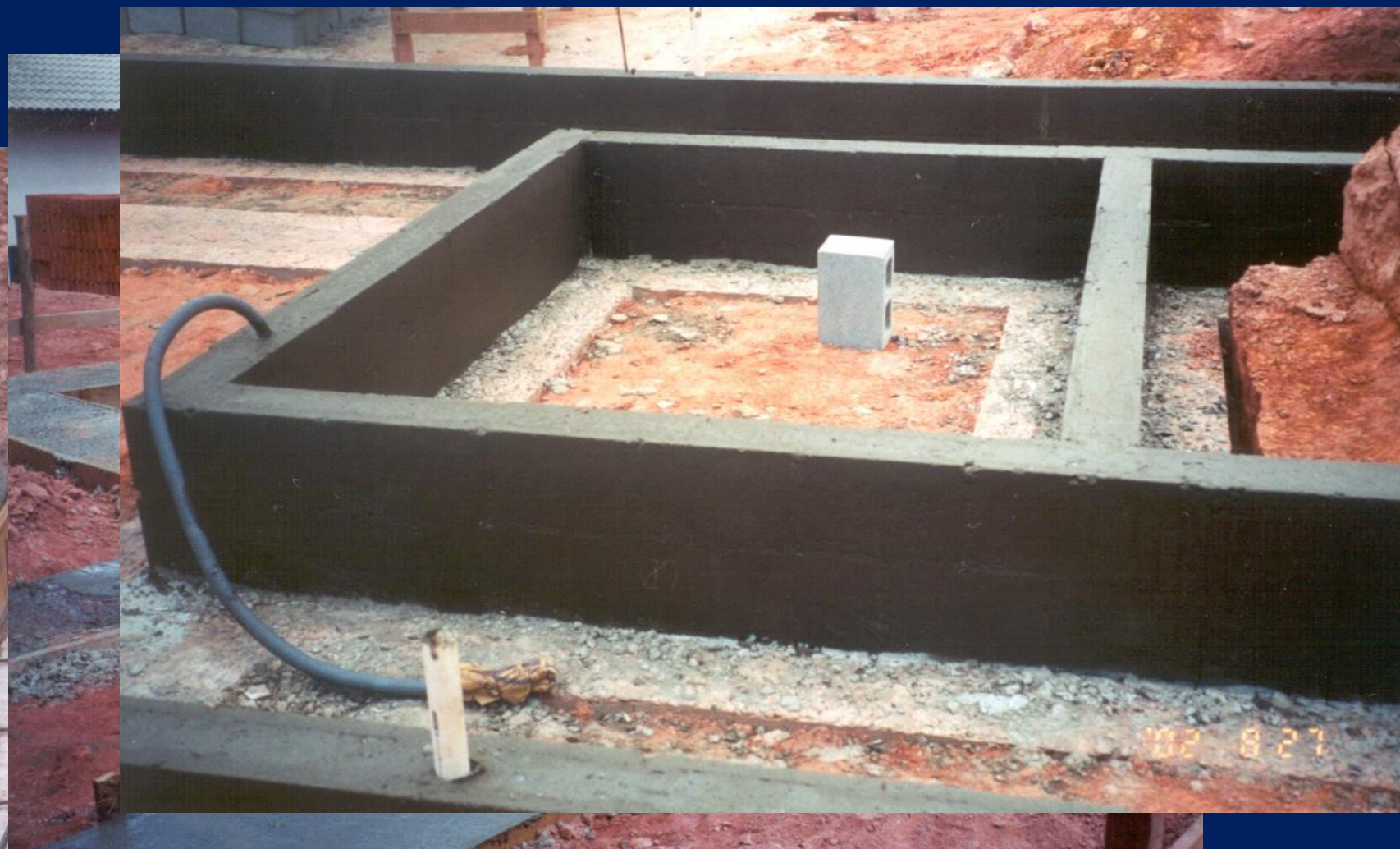
# FUNDAÇÕES e ARRIMOS

- 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





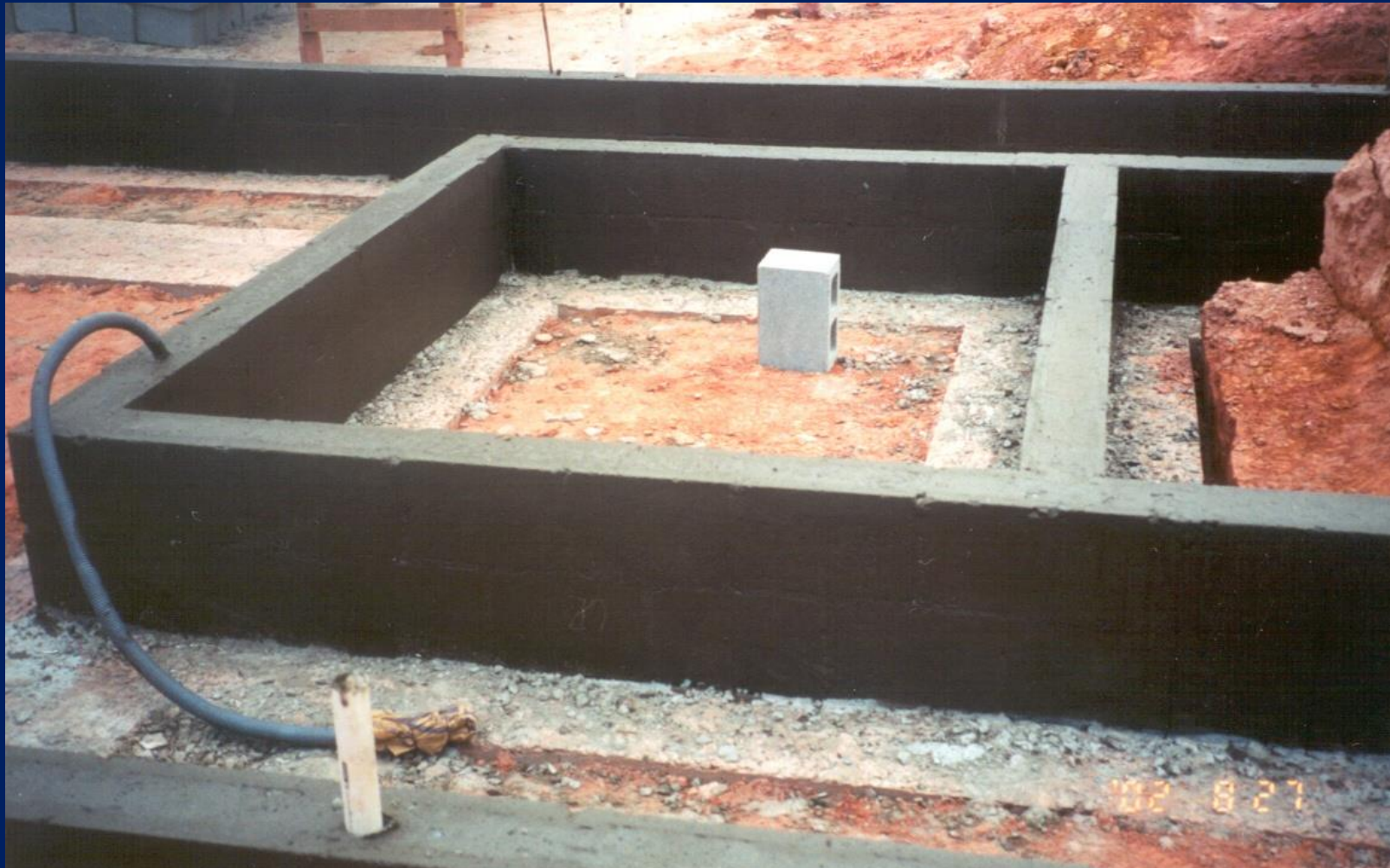
# Sapatas corridas



# Sapatas corridas



# Sapatas corridas



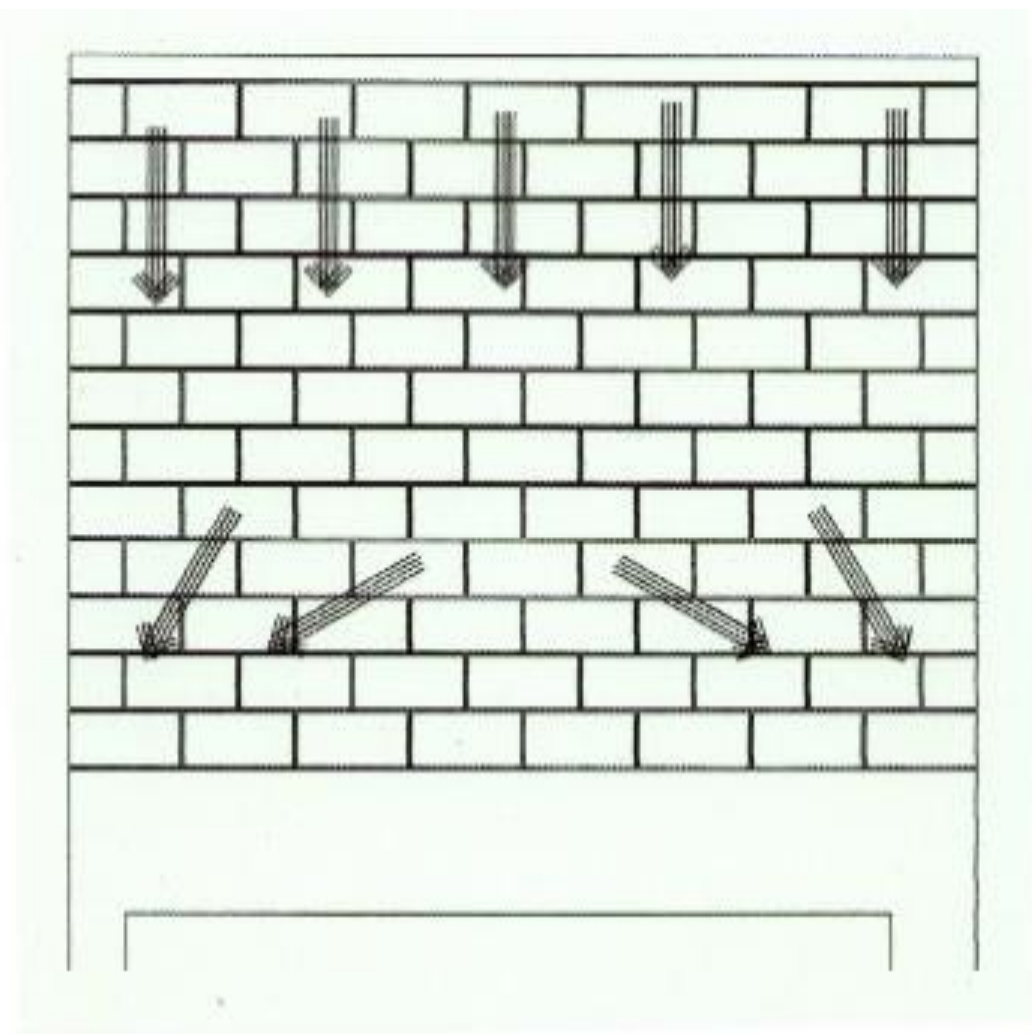
# Radiers



# Estacas alinhadas com baldrame



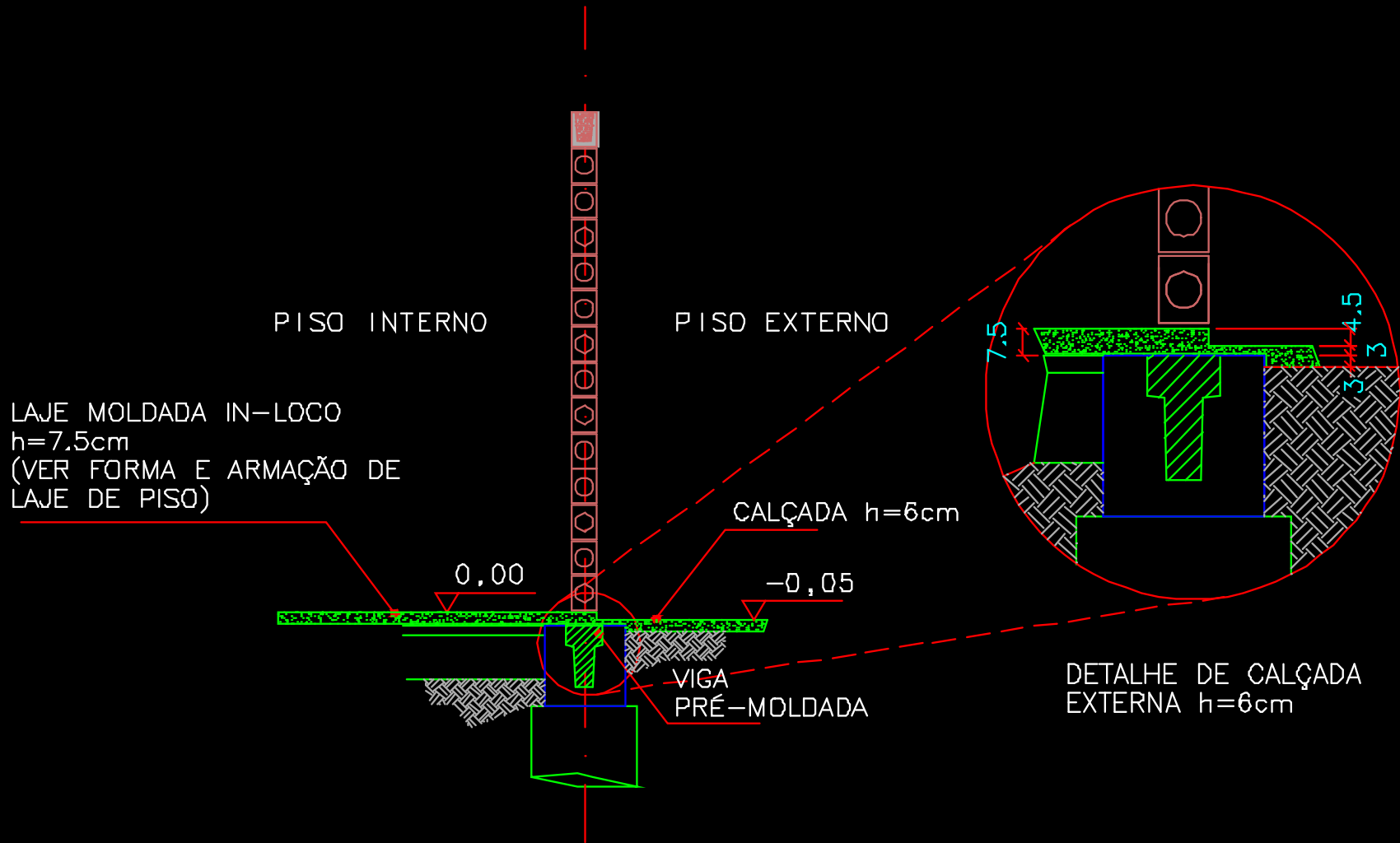
# Efeito “ARCO”



# 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

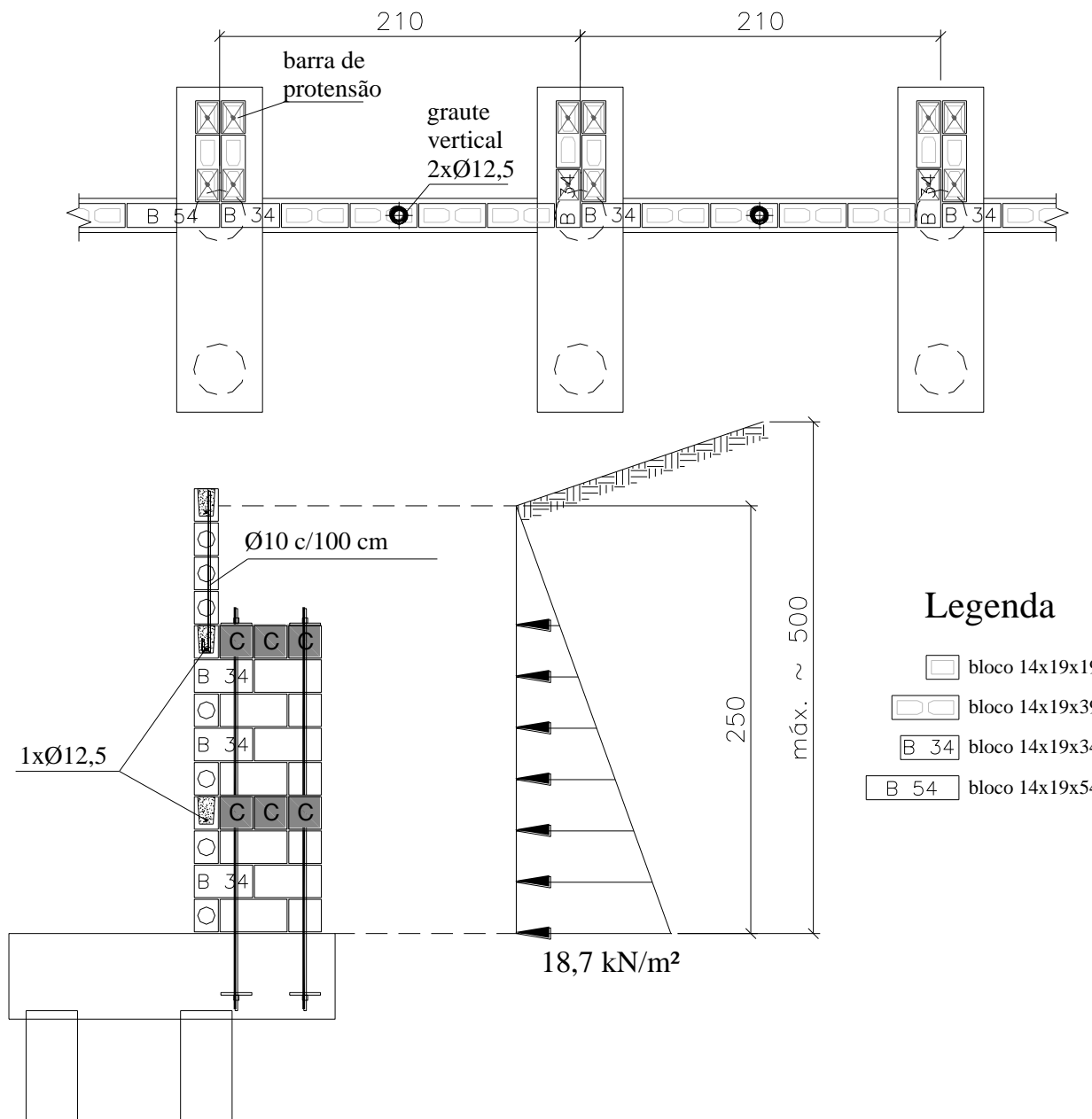


# Muro de Arrimo de Alvenaria Armada





# 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

