



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II

Aula 06: **Revestimentos Verticais**

Comportamento do Revestimento de Argamassa

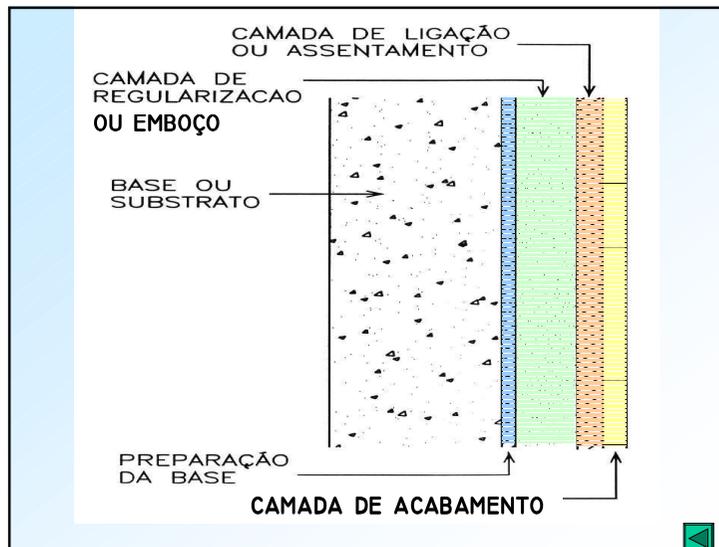
Prof. Fernando H. Sabbatini, Luiz Sergio Franco,
Mercia M. B. Barros, Silvio Burrattino Melhado; Vitor
Levy Castex aly

2º Semestre de 2006

Revestimentos de Argamassa

**REVESTIMENTOS DAS VEDAÇÕES
VERTICAIS DE EDIFÍCIOS
CONSTITUÍDOS POR UMA OU MAIS
CAMADAS DE ARGAMASSA
ENDURECIDA**

*são incluídos nestes revestimentos: os
emboços de regularização de outros tipos de
revestimentos; os que constituem a camada
final para recebimento do sistema de pintura e
os monocamada*

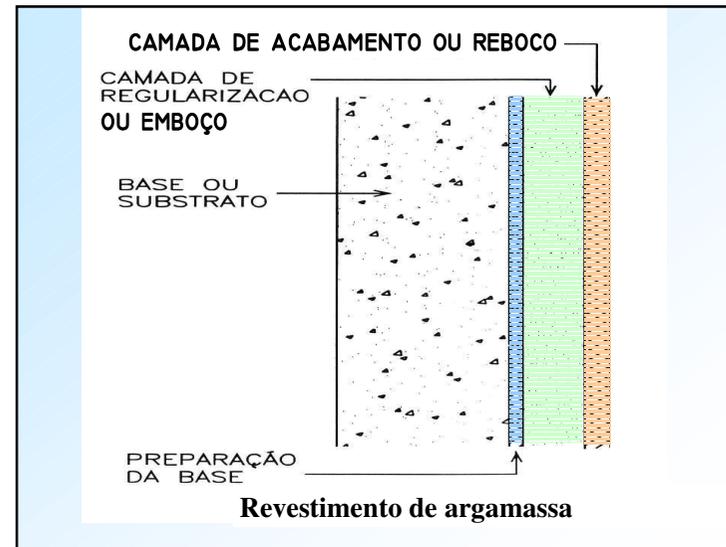


**TERMINOLOGIA
REVESTIMENTOS
VERTICAIS DE
ARGAMASSA**

CAMADAS DO REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

• EMBOÇO (MASSA-GROSSA)

Camada de base para a camada de acabamento de outros tipos de revestimentos



Acabamento para revestimento com “tilolo cerâmico: “vassorurado”.



REVESTIMENTOS VERTICAIS



Revestimentos verticais no edifício:
revestimento exterior – pastilha cerâmica sobre emboço (argamassa)

REVESTIMENTO TRADICIONAL DE ARGAMASSA

• SISTEMA EMBOÇO e REBOCO

Emboço + camada de acabamento, *também de argamassa*, denominada genericamente de reboco

TIPOS DE "REBOCO"

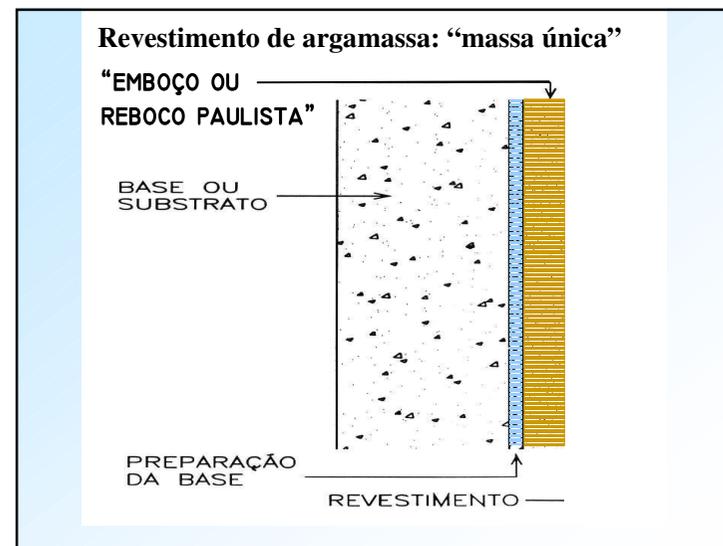
- Massa fina, com sistema de pintura e
- "Fulget"; travertino; massa raspada; massa batida; (**todas estas sem pintura**), etc..



REVESTIMENTO DE ARGAMASSA – “MASSA ÚNICA”

“EMBOÇO PAULISTA”

Revestimento de argamassa aplicado em camada única, acabado, sem proteção de outro revestimento, usualmente protegido por película de menos de 1mm (sistema de pintura)



**REVESTIMENTO DE ARGAMASSA –
“MASSA ÚNICA”**



**REVESTIMENTO DE ARGAMASSA –
“MASSA ÚNICA”**

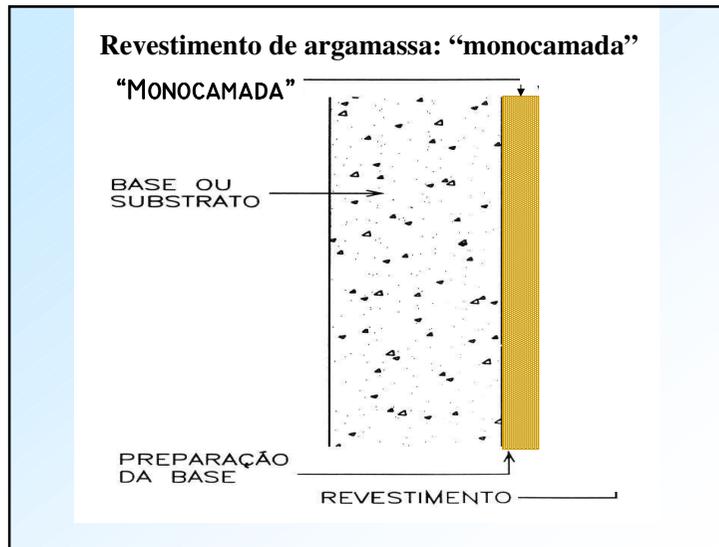


Revestimento de argamassa em forros



**REVESTIMENTO DE ARGAMASSA –
“MONOCAMADA”**

Revestimento acabado, inclusive com pigmentação, usualmente aplicado sem “camada” de preparo de base e com pequena espessura (até 15mm)



Novos sistemas de revestimentos



REVESTIMENTO MONOCAMADA

REVESTIMENTOS VERTICAIS



Revestimentos de Argamassa

classificação

- revestimentos de parede ou de forro (vertical ou horizontal);
- **internos (áreas úmidas ou secas) ou exteriores (fachadas);**
- aderentes (aderência física ou físico-química);
- **monolíticos: superfície contínua**

Classificação dos Revestimentos

3. Quanto à técnica de fixação

Aderentes

Argamassas, cerâmicos (argamassas colantes e pastas de resina)

Não Aderentes

Fixados por dispositivos

Parafusos, insertos, pregos, grampos ...

Simplemente apoiados

Classificação dos Revestimentos

4. Quanto à continuidade superficial visibilidade das juntas

– **MONOLÍTICA** - *sem juntas aparentes* (argamassas e pastas com aplicação de pintura ou textura ou argamassas pigmentadas).

– **MODULAR** – *Com juntas aparentes.* (cerâmicas, pedras, madeira, vinil)

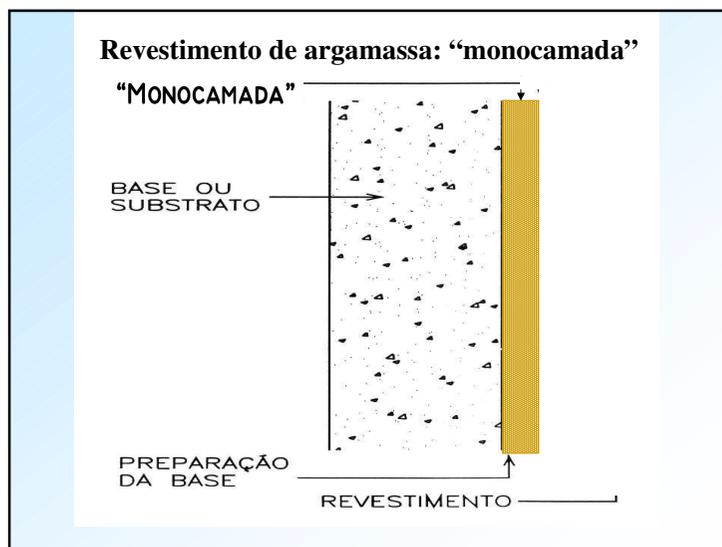
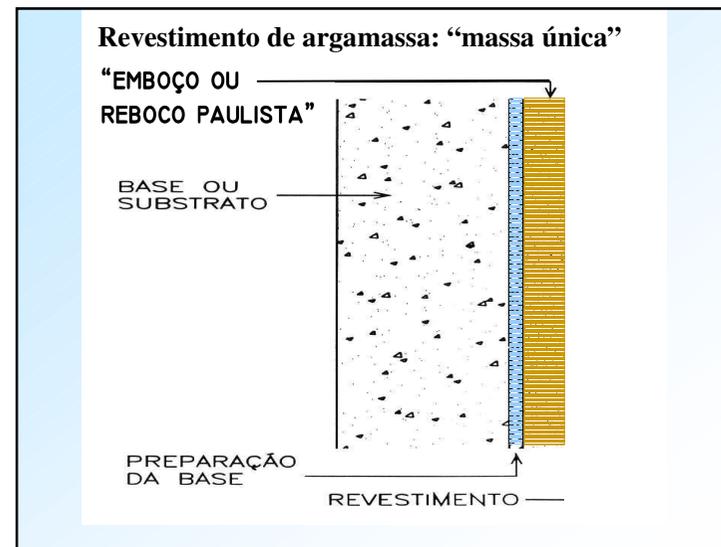
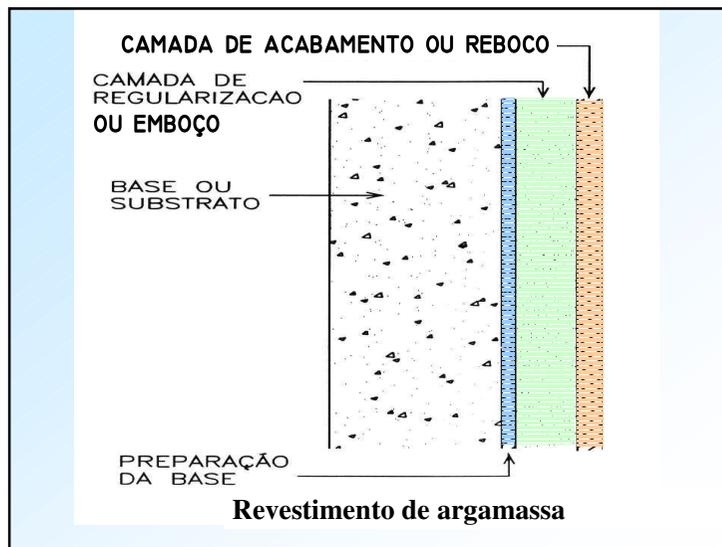
Sistema de revestimento de argamassa

Conjunto de camadas inter-relacionadas e integradas por um específico processo de produção

- ✓ tecnologia de produção definida
- ✓ projeto do produto e da produção
- ✓ organização da produção
- ✓ definição de procedimentos de controle

O que considerar para definir um revestimento de argamassa?





REVESTIMENTOS COMPATÍVEIS COM:

- **exigências do usuário:**
desempenho funcional, vida útil,
custo inicial e de manutenção

DESEMPENHO ESPERADO PARA OS REVESTIMENTOS

NÃO APRESENTE PROBLEMAS

Não deslague

Não fissure

Não manche

SEJA DURÁVEL

Não desagregue

Não se degrade precocemente

CUMPRA SUAS FUNÇÕES

Funções dos Revestimentos

Proteção do vedo e da estrutura

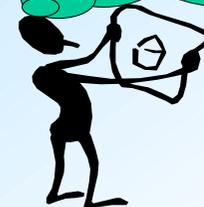
Auxiliar o vedo a cumprir suas funções

Proporcionar o acabamento final ao conjunto vedação

REVESTIMENTOS COMPATÍVEIS COM:

- exigências do usuário: desempenho funcional, vida útil, custo inicial e de manutenção
- condições de exposição
- **características da base**
- condições de execução

É necessário conhecer as propriedades dos revestimentos de argamassa!



Propriedades do revestimento

RESISTÊNCIA MECÂNICA

- **DE ADERÊNCIA** (à tração e ao cisalhamento)
- **DE CORPO** (à tração e coesão de corpo)
- **SUPERFICIAL** (à abrasão, de riscamento e coesão superficial)

Propriedades do revestimento

DEFORMABILIDADE

- **RESILIÊNCIA** - capacidade de absorver deformações próprias do revestimento (intrínsecas) e induzidas pelo substrato (extrínsecas), sem fissurar
- **ESTABILIDADE DIMENSIONAL** comportamento na expansão e retração higtérmica do próprio revestimento

Propriedades do revestimento

GEOMÉTRICAS - espessura e dimensões do pano

DE SUPERFÍCIE - tipo e uniformidade da rugosidade superficial, planicidade, porosidade

ESTANQUEIDADE - à água de chuva, quando for de fachada e em áreas molhadas internas

Propriedades do revestimento

DURABILIDADE

RESISTÊNCIA À DEGRADAÇÃO - frente à ação de agentes agressivos

MANUTENÇÃO DO DESEMPENHO - ao longo do tempo

Propriedades do revestimento

Resistência de aderência

Capacidade de resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface base-camada de argamassa

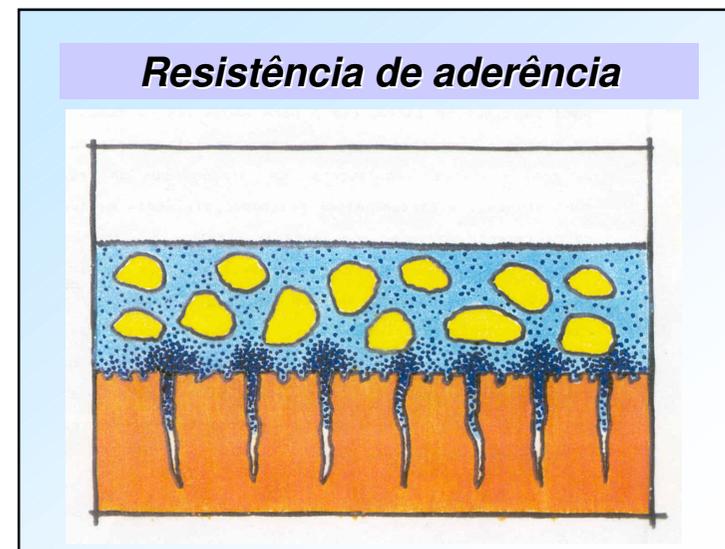
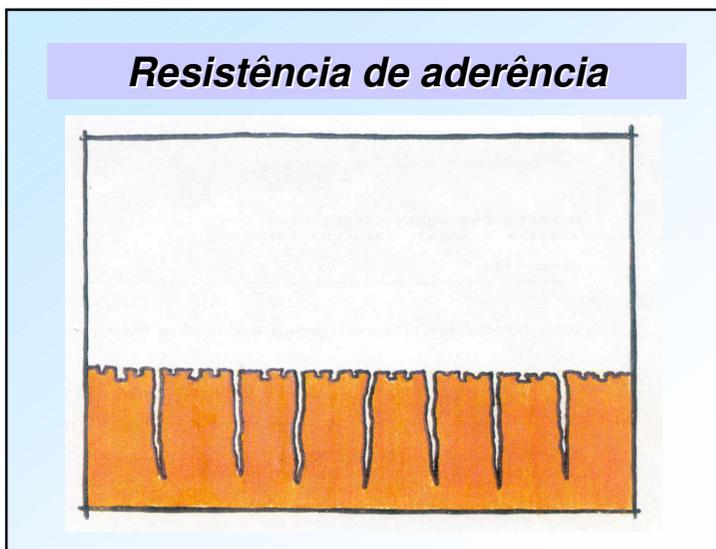
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIRETA
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

Resistência de aderência

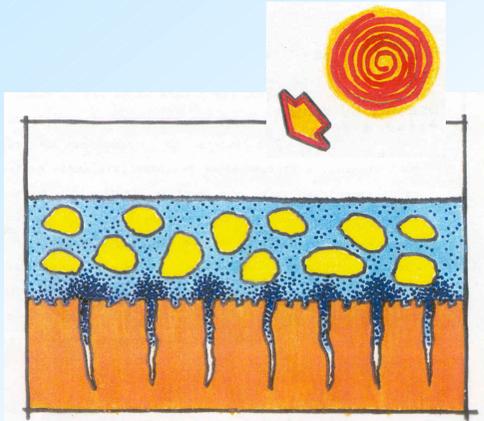
MECANISMO DE ANCORAGEM: FÍSICO

- ANCORAGEM MECÂNICA DA PASTA NOS POROS DA BASE
- ANCORAGEM MECÂNICA DA ARGAMASSA NAS REENTRÂNCIAS E SALIÊNCIAS MACROSCÓPICAS DA BASE

EXTENSÃO DE ADERÊNCIA



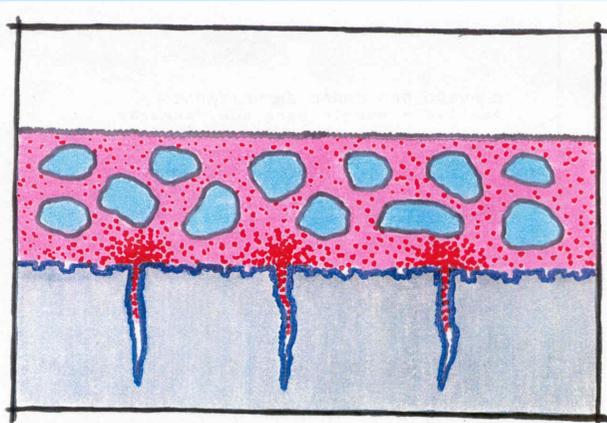
Resistência de aderência



MECANISMOS DE ADERÊNCIA

- **RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO**
 - depende principalmente da ancoragem mecânica da pasta nos poros da base
- **RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA AO CISALHAMENTO**
 - depende tanto da ancoragem mecânica da pasta nos poros da base, quanto da ancoragem mecânica da argamassa na rugosidade superficial da base

Resistência de aderência



Resistência de aderência

Equipamentos para avaliação

“Braço de alavanca”



SINCO
engenharia de resultados

Resistência de aderência



Ensaio de avaliação da resistência ao cisalhamento

Resistência de aderência

O QUE INTERFERE ?

1. CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA
2. CARACTERÍSTICAS DA BASE
3. TÉCNICA DE EXECUÇÃO
4. CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO

Resistência de aderência

O QUE INTERFERE ?

1. CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA

TRABALHABILIDADE

- ✓ granulometria e teor de finos dos agregados
- ✓ relação água/aglomerante
- ✓ relação aglomerante/agregado
- ✓ natureza e teor dos aglomerantes
- ✓ presença de aditivos

Resistência de aderência

O QUE INTERFERE ?

1. CARACTERÍSTICAS DA ARGAMASSA

TRABALHABILIDADE

- ✓ granulometria e teor de finos dos agregados
- ✓ relação água/aglomerante
- ✓ relação aglomerante/agregado
- ✓ natureza e teor dos aglomerantes
- ✓ presença de aditivos

DISCUSSÃO NA PRÓXIMA AULA

Resistência de aderência

2. CARACTERÍSTICAS DA BASE

- diâmetro e natureza dos poros
- limpeza da base

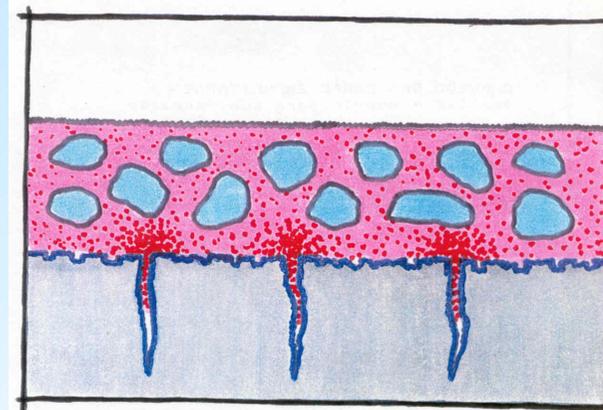
Aderência: influência das juntas de argamassa



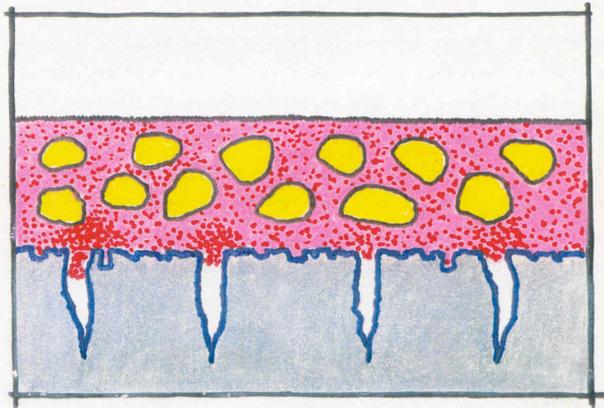
Aderência: influência das juntas de argamassa



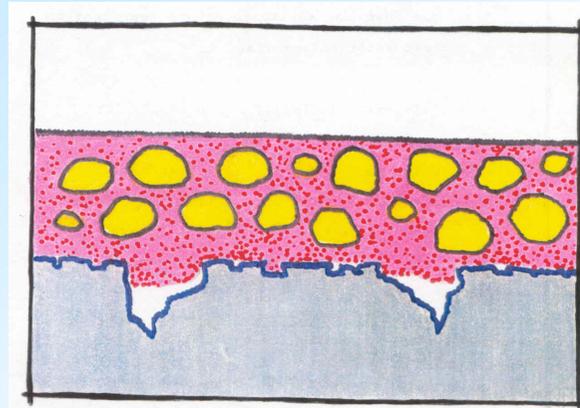
Resistência de aderência



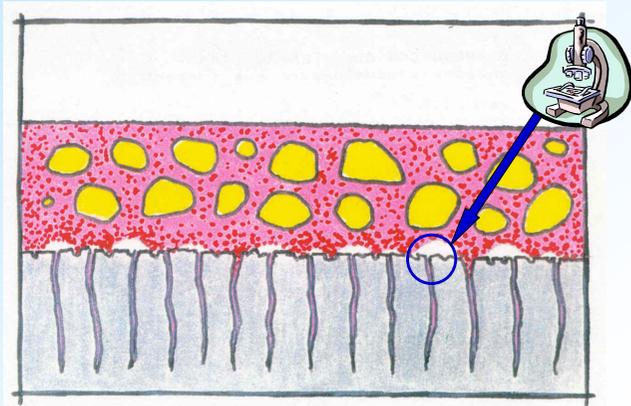
Resistência de aderência



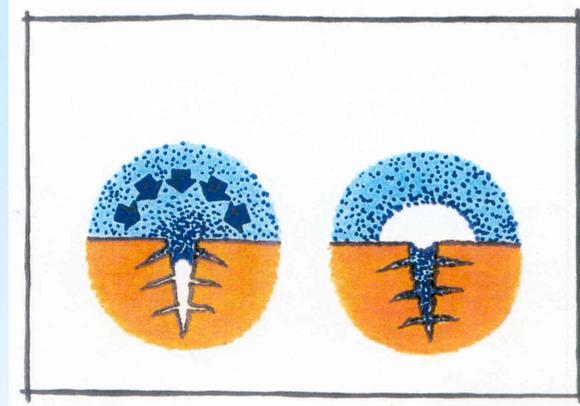
Resistência de aderência



Resistência de aderência



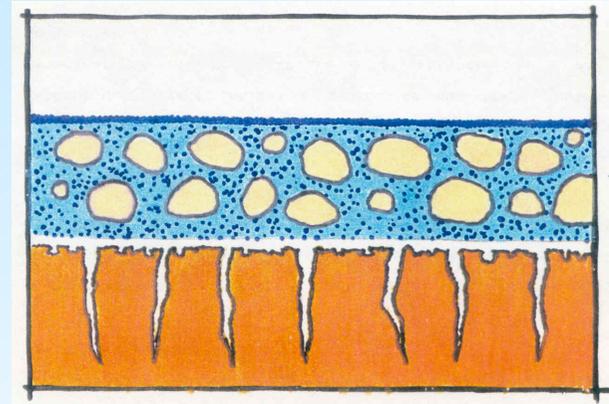
Resistência de aderência



Resistência de aderência



Resistência de aderência



Película de desmoldante impediu a aderência

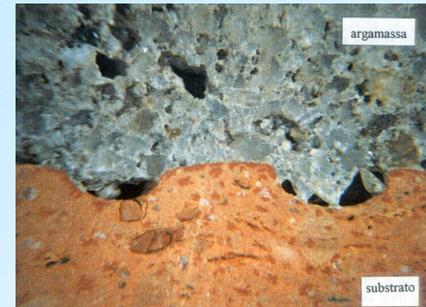


Película de desmoldante impediu a aderência

POTENCIAL DE ADERÊNCIA

- **QUALIDADE DA ARGAMASSA**
 - RETENÇÃO DE ÁGUA
 - TRABALHABILIDADE
 - CONTEÚDO DE AR
 - RESISTÊNCIA MECÂNICA
- **QUALIDADE DO SUBSTRATO**
 - SUCÇÃO INICIAL
 - CONDIÇÕES SUPERFICIAIS

Deficiente extensão de aderência



Argamassa de cimento e areia (1:3), aplicada sobre substrato cerâmico tipo I **seco** – retenção de água papel filtro = 90%; funil de Buchner 35%.

Imagem obtida de lupa estereoscópica com ampliação de 20 vezes – (fonte CARASEK, Helena, 1996).

Melhoria na extensão de aderência



→ Vazios na argamassa: diminui a resistência mecânica

Argamassa de cimento e areia (1:3), aplicada sobre substrato cerâmico tipo I **umedecido** – retenção de água papel filtro = 90%; funil de Buchner 35%.

Imagem obtida de lupa estereoscópica com ampliação de 20 vezes – (fonte CARASEK, Helena, 1996).

Piora na extensão de aderência



→ Vazios na argamassa: diminui a resistência mecânica

Argamassa de cimento e areia (1:3), aplicada sobre substrato cerâmico tipo II **seco** – retenção de água papel filtro = 90%; funil de Buchner 35%.

Imagem obtida de lupa estereoscópica com ampliação de 20 vezes – (fonte CARASEK, Helena, 1996).

Piora na extensão de aderência



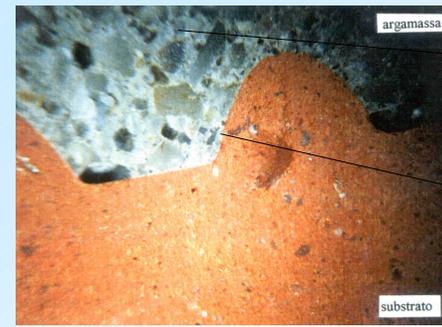
Vazios na argamassa: diminui a resistência mecânica

Ampliação da imagem anterior

Argamassa de cimento e areia (1:3), aplicada sobre substrato cerâmico tipo II **seco** – retenção de água papel filtro = 90%; funil de Buchner 35%.

Imagem obtida de lupa estereoscópica com ampliação de 60 vezes – (fonte CARASEK, Helena, 1996).

Melhora na extensão de aderência



Diminuição dos vazios da argamassa pela adição de cal

Melhoria da trabalhabilidade e aumento da extensão de aderência

Argamassa de cimento:cal:areia (1:1/4:3), aplicada sobre substrato cerâmico tipo II **seco** – retenção de água papel filtro = 92%; funil de Buchner 66%.

Imagem obtida de lupa estereoscópica com ampliação de 20 vezes – (fonte CARASEK, Helena, 1996).

Melhora na extensão de aderência



Aumento dos vazios da argamassa devido ao ar incorporado-24%

redução da extensão de aderência

Argamassa industrializada, aplicada sobre substrato cerâmico tipo II **seco** – retenção de água papel filtro = 96%; funil de Buchner 88%.

Imagem obtida de lupa estereoscópica com ampliação de 20 vezes – (fonte CARASEK, Helena, 1996).

Resistência de aderência

3. TÉCNICA DE EXECUÇÃO

- compactação e prensagem da argamassa
- tempo adequado de sarrafeamento
- compatibilidade com as espessuras do revestimento

Execução dos Revestimentos

COMPACTAÇÃO DA CAMADA DE REVESTIMENTO



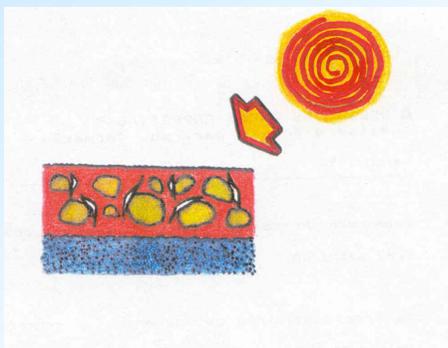
Execução dos Revestimentos

SARRAFEAMENTO



Potencial de resistência de aderência

4. CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO

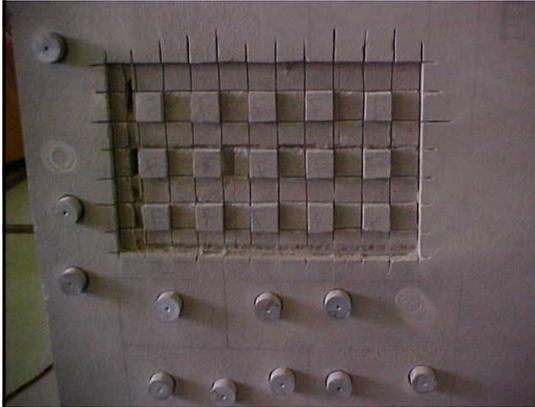


Resistência de aderência

AVALIAÇÃO:

- ✓ arrancamento por cisalhamento (maior dispersão nos resultados)
- ✓ ensaios de arrancamento por tração

Resistência de aderência



Corpos de prova prontos para avaliação da resistência de aderência à tração e ao cisalhamento

Resistência de aderência



Ensaio de avaliação da resistência ao cisalhamento

Resistência de aderência

Equipamentos para avaliação



Dinamômetro de tração

Resistência de aderência

Equipamentos para avaliação

“Braço de alavanca”



Resistência de aderência

Equipamentos para avaliação

“Braço de alavanca”



Resistência de aderência

Equipamentos para avaliação

“Braço de alavanca”

Ruptura após ensaio



Resistência de aderência à base

EXIGÊNCIAS VARIÁVEIS EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO:

Resistência de aderência à base

EXIGÊNCIAS DA NBR 13749:1996

- para emboço e camada única

Local		Acabamento	Ra
parede	interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
parede	interna	Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
parede	externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$
parede	externa	Cerâmica	$\geq 0,30$
teto			$\geq 0,20$

Resistência de aderência superficial

EXIGÊNCIAS VARIÁVEIS EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO:

O QUE DIZ A NORMA???

Não há referência sobre a resistência de aderência superficial

Resistência de aderência superficial

EXIGÊNCIAS VARIÁVEIS EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO:

Fachadas e forros – 0,4 a 0,7 MPa

Revestimentos internos – 0,20 a 0,30 MPa

Etapa prévia de definição da argamassa de emboço



Painéis de revestimento



Diferentes tipos de chapisco

Diferentes bases



Verificação de outros parâmetros da argamassa: fissuração

Proposta: painéis maiores e em condições de emprego da argamassa



Capacidade de absorver deformações

Propriedade do revestimento que lhe *permite absorver*

RESILIÊNCIA

higroscópica e deformações da base de pequena amplitude, *sem* apresentar *fissuração visível* e *sem desagregar-se*

CAPACIDADE DE ABSORVER DEFORMAÇÕES



Capacidade de absorver deformações

SE OCORRER INCAPACIDADE DE RESISTIR ÀS TENSÕES DEVIDAS:

- DEFORMAÇÕES INTRÍSECAS
- DEFORMAÇÕES DA BASE

FISSURA:
ALÍVIO DE TENSÕES



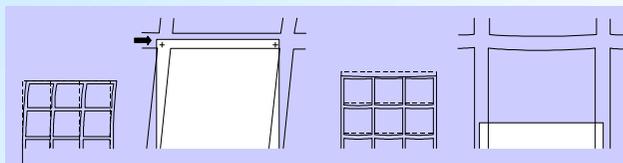
Capacidade de absorver deformações

DO QUE DEPENDE??

- ✓ CARACTERÍSTICAS DA BASE
- ✓ DOSAGEM DA ARGAMASSA
- ✓ ESPESSURA DA CAMADA
- ✓ TÉCNICA DE EXECUÇÃO
- ✓ CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO

Capacidade de absorver deformações

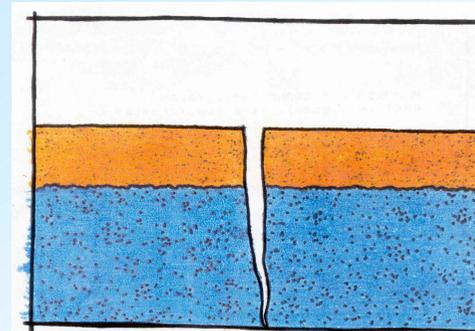
→ **CARACTERÍSTICAS DA BASE**



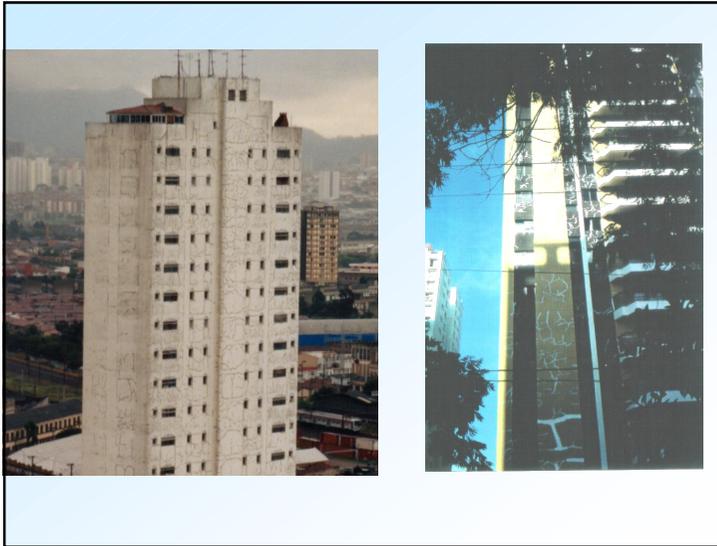
Deformações da base de grande amplitude

Capacidade de absorver deformações

→ **CARACTERÍSTICAS DA BASE**



Deformações de grande amplitude



Capacidade de absorver deformações

→ **CARACTERÍSTICAS DA BASE**

Pequenas amplitudes

Capacidade de absorver deformações

→ **DOSAGEM DA ARGAMASSA**

Argamassas fortes

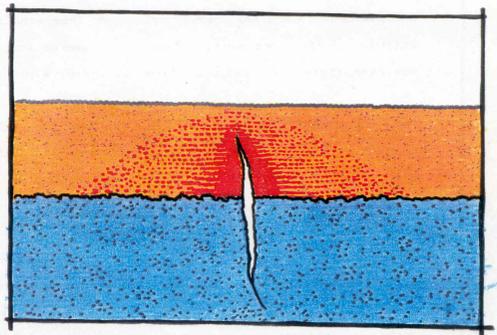
Capacidade de absorver deformações

→ **DOSAGEM DA ARGAMASSA**

Argamassas fracas

Capacidade de absorver deformações

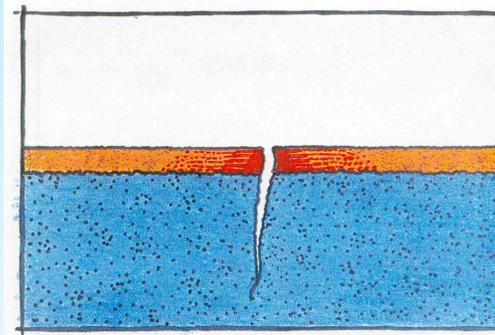
→ **ESPESSURA DA CAMADA**



grandes espessuras

Capacidade de absorver deformações

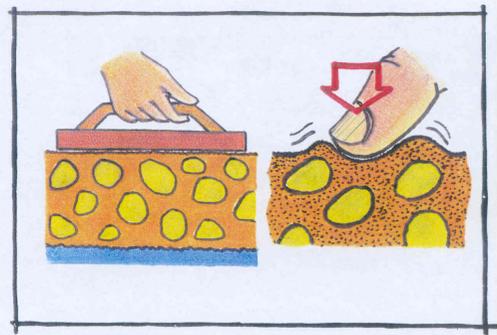
→ **ESPESSURA DA CAMADA** ▣



pequenas espessuras

Capacidade de absorver deformações

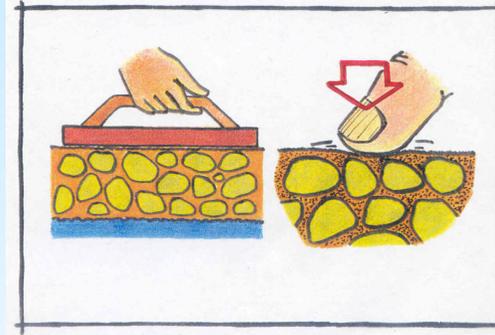
→ **TÉCNICA DE EXECUÇÃO** ▣



grau de compactação e tempo de sarrafeamento e desempenho

Capacidade de absorver deformações

→ **TÉCNICA DE EXECUÇÃO**



grau de compactação e tempo de sarrafeamento e desempenho

O que ocorre nas primeiras idades?

Velocidade de perda de água da argamassa

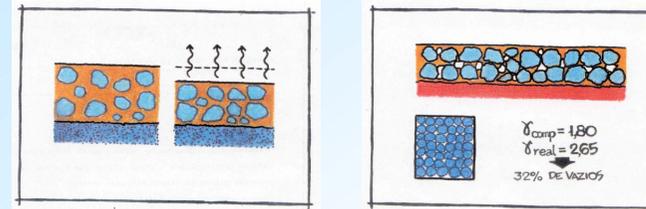
- condições ambientais
- capacidade de sucção da base
- capacidade de retenção de água

TENSÕES NO REVESTIMENTO

Se maiores que
resistência
mecânica do
revestimento

FISSURA

FISSURAS RESULTANTES DE DEFORMAÇÕES INTRÍNSECAS – RETRAÇÃO NA SECAGEM



Mecanismo de formação de fissuras de retração

FISSURAS de RETRAÇÃO

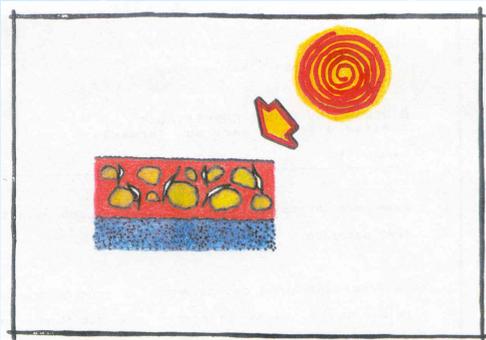


FISSURAS de RETRAÇÃO



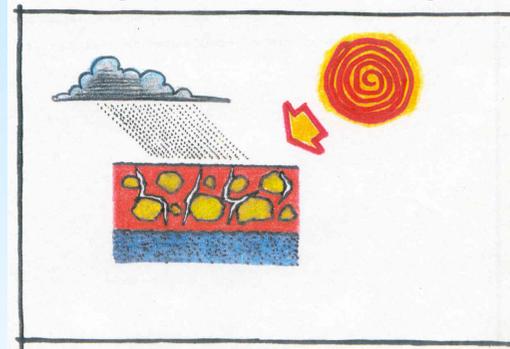
Capacidade de absorver deformações

→ CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO



Capacidade de absorver deformações

→ CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO



FISSURAÇÃO EXCESSIVA COMPROMETE

- capacidade de aderência
- estanqueidade
- durabilidade
- acabamento superficial

Baixo índice de fissuras = tolerável,
desde que a aderência não esteja comprometida

COMO OBTER UM REVESTIMENTO SEM FISSURAS?

Baixa Quantidade de Vazios

granulometria contínua
estrutura granular fechada

Argamassa “Compactada”

aperto após emboço e desempeno

Desempeno no Momento Adequado

minimizar o volume de vazios

COMO OBTER UM EMBOÇO SEM FISSURAS?

Argamassa de baixo módulo mantendo aderência e conglomeração interna (às vezes com adição de polímeros)

Painéis de pequenas dimensões juntas evitam que as tensões sejam propagadas

Estanqueidade

Propriedade do revestimento relacionada com a **PERMEABILIDADE** da camada de argamassa endurecida.

Permeabilidade à água:

Capacidade de absorção capilar da estrutura porosa ou fissurada da camada de argamassa

Estanqueidade

Resistência oferecida pela fachada à penetração de água para o meio interno



exigência básica do usuário

Estanqueidade

Define o nível de proteção que o revestimento oferece à base contra a ação da água de chuva ou de lavagem

Estanqueidade

O que interfere??

Composição e dosagem da argamassa

trabalhabilidade

capacidade de retenção de água

Técnica de execução

compactação da argamassa

características superficiais

Espessura e número de camadas de revestimento

Estanqueidade

O que interfere??

Natureza da base

porosidade

deformabilidade (fissuras)

Quantidade e tipo de fissuras existentes

em geral

fissuras de até 1mm não comprometem

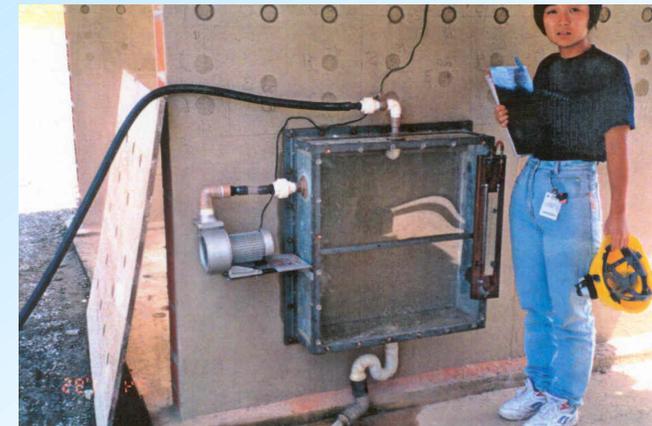
Estanqueidade

Método de Ensaio

Objetivo

Determinar a estanqueidade à água de chuva em paredes, tanto em laboratório como em obra ou edificação em uso.

Estanqueidade



Estanqueidade

Métodos de avaliação

ASTM: câmara com aspesor de água e pressão de ar

Tabela: Ensaio de Permeabilidade

Bloco	Espessura revest (mm)	Início 1a. Mancha (min)
concreto celular	5	50
	10	275
prensil vedação	5	375
	10	415
prensil estrutural	5	190
concreto vedação	5	345
concreto estrutural	5	85

Características Geométricas

Propriedade do revestimento relacionada com as funções **ESTÉTICAS** da camada de argamassa endurecida e adequação ao acabamento final (sistemas de pintura ou outro revestimento).

Características Geométricas

Rugosidade superficial: lisa a áspera

Varia com: *granulometria do agregado*
técnica de execução

Função do acabamento final previsto

Planeza

Compatível com os acabamentos finais e tolerâncias previstas no processo de produção

Durabilidade

Propriedade do revestimento relacionada com a **capacidade de manter o desempenho de suas funções** ao longo do uso

Durabilidade

Fatores que comprometem o desempenho:

movimentações intrínsecas e extrínsecas (fissuras, desagregação e descolamento)

espessura inadequada dos revestimentos

cultura e proliferação de microorganismos

qualidade da argamassa

Comparação qualitativa das características exigíveis dos revestimentos de argamassas

Propriedades	Interno		Forro	Fachada	
	Pintura	Cerâmica		Pintura	Cerâmica
Capacidade de aderência	1	2	5	3	4
Absorver deformações	3	1	3	4	2
Restrição a fissuras	3	1	3	4	2
Resistência tração/comp	1	2	1	3	4
Resist. desg. superficial	3	1	1	2	1
Durabilidade	2	2	1	4	3

Obs: O nível de exigência cresce de 1 para 5