



Promoção:



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

Realização:



IBAPE BAHIA
Instituto Brasileiro de
Avaliações e Perícias de
Engenharia da Bahia

Perícias em fachadas: Novas técnicas e metodologias

Palestrante: Prof. Francisco Gabriel Santos Silva
Escola Politécnica da UFBA



- NBR 15575:2013 - Novos parâmetros de qualidade, mudança nos requisitos mínimos de segurança;
- Exigência dos usuários - Durabilidade das construções;
- Construções com desempenho aquém do requerido;
- Fachadas - Diversas Solicitações;
- Condições de exposição variadas;
- Deterioração em diferentes idades;
- Necessidade de Mapear e entender suas origens e causas para colaborar com a compreensão do processo;
- Métodos tradicionais de execução x novos materiais .



Manifestações Patológicas em Fachadas: Causas e consequências



**Erros, Falhas,
Omissões, Colapsos,
Acidentes, Frustrações,
Atrasos, Retrabalho,
Constrangimentos,
Decepções, Vergonha...**





“Duro” Aprendizado!



a revista do engenheiro civil

techné
techné.pini.com.br

agosto
2015

ISSN 2295-8022 (online) e ISSN 0033-085X (print)

PINI

ENTREVISTA
O concreto
autoadensável
veio para ficar

COMO CONSTRUIR
Sistema de
fôrmas
termoacústicas
de EPS para
paredes de
concreto

IMPERMEABILIZAÇÃO
Como proteger
as lajes

Norma de desempenho

Construtoras e indústria estão descobrindo
os caminhos para atender à NBR 15.575, que
completa três anos de publicação



a revista do engenheiro civil

techne.pini.com.br
techne

apoio
ipt

Edição 234 ano 24 setembro de 2016 R\$ 33,00

PINI

ENTREVISTA
**O BIM está aí
para quem
souber usar**

ARTIGO

**O MCMV frente
às exigências
da Norma de
Desempenho**

Desplacamento cerâmico

Construtoras brasileiras buscam respostas
para um dos mais graves problemas técnicos
enfrentados pelo setor nos últimos anos



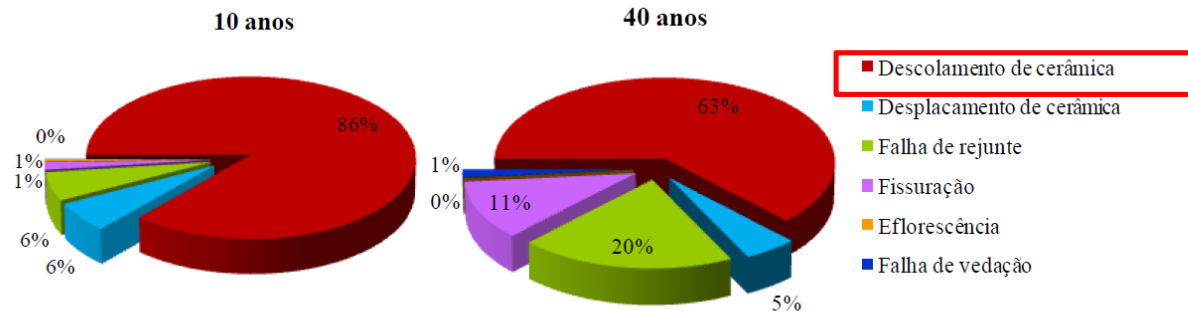
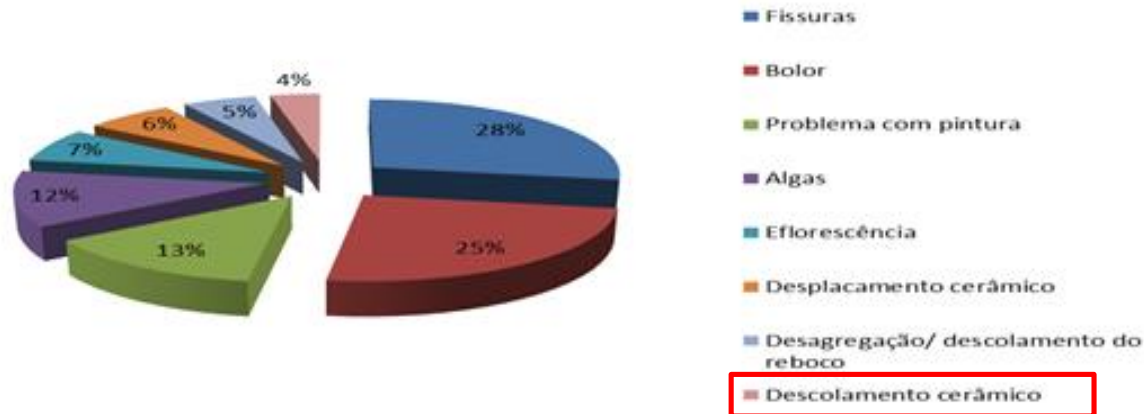


Figura 1.3 – Distribuição percentual de patologias em edifícios com 10 anos e 40 anos (adaptado de Bauer *et al.*, 2010)



CIDADE

A queda da pastilha

A multiplicação de reformas em fachadas altera a paisagem e a rotina do Plano Piloto

Por: Ullisses Campbell | 14/06/2013 às 19:23 - Atualizado em 17/06/2013 às 12:35

f Compartilhe

t Compartilhe

g+ Compartilhe



Bloco K da 214 Norte em reforma (Foto: Joédson Alves)





Fonte: Gratão (xxx) PUC-GO

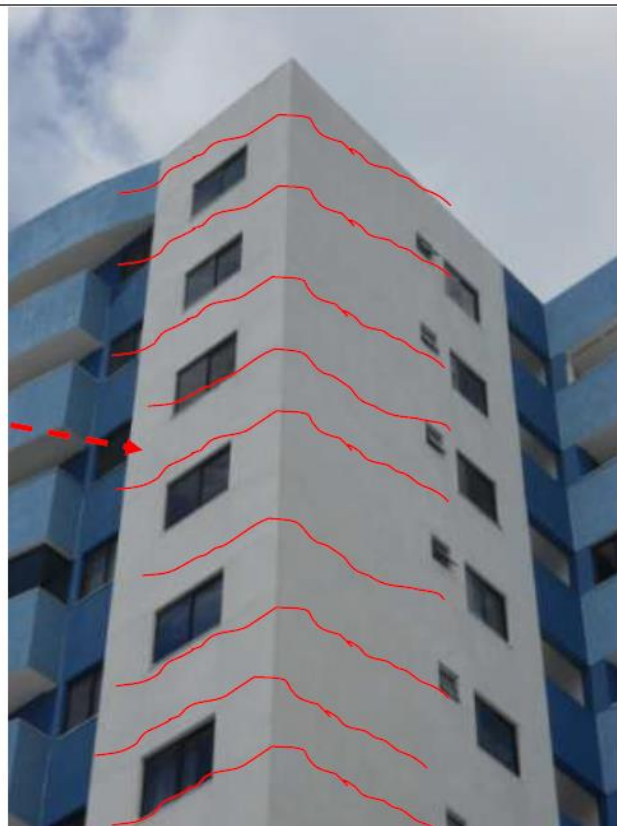


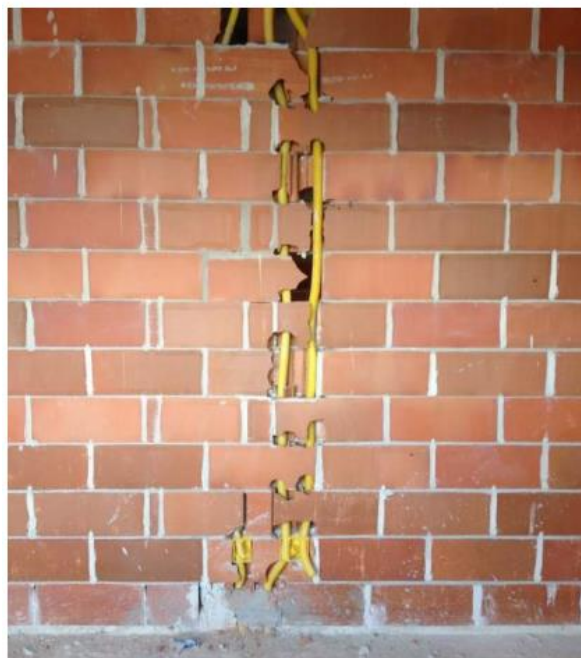
ASPECTOS DA NOSSA CONSTRUÇÃO



NORMAS	TRAÇO
NBR 7200/98 – Revestimentos de Paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimentos para execução	O Traço deve ser estabelecido pelo projetista ou construtor, obedecendo às especificações de projeto e às condições para execução dos serviços de revestimento.
NBR 13754/96 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimentos	Chapisco – 1:3 (cimento Portland e areia média úmida, volume); Emboço – 1:1:6 a 1:2:9 (cimento, cal hidratada e areia média úmida, volume)
NBR 13755/96 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimentos	Chapisco – 1:3 (cimento Portland e areia média úmida, volume); Emboço – 1:1/2:5 a 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia média úmida, volume)







Marques, 2013.





Edifício Itália – Desabamento – 1997 – S. J. do Rio Preto - SP

1. Foram levantadas espessuras médias de **reboco de paredes de 10 cm**; **enchimentos de concreto nas lajes das garagens de 10 cm**; argamassa de assentamento de piso no andar tipo de 8 cm e espessura média de **reboco nos tetos de 3,5 cm**. **Isto ocasionou sobrecargas não previstas na estrutura e nas fundações**;
2. Descobriram-se **excentricidades importantes em pilares de uma mesma prumada** ;
3. Além das excentricidades, foram notadas diferenças de seções em pilares. As diferenças mais importantes são: um pilar com seção de **65 X 76 cm quando deveria ter 80 X 80 cm**; um pilar com seção de **20 X 130 cm quando deveria ter 20 X 160 cm**.

NAGLIATI, Marco. **Edifício Itália**. TQS – Sistemas Computacionais Engenharia Estrutural, 2000. Disponível em:
http://www.tqs.com.br/jornal/consulta/artigos/artigo_marco_nagliati.htm
m Acesso em: 12/03/2000.

















Placas de granito com 2 metros de altura se soltam na Arena Corinthians 87

Perrone 12/09/2016 | 09:09

Compartilhe



Imprimir



Comunicar erro

Na semana retrasada a Arena Corinthians enfrentou um novo problema com o descolamento de duas placas de granito com cerca de 2 metros de altura e 1,5 m de largura cada perto de um de seus elevadores. As peças se soltaram da parede mas não chegaram a cair, pois ficaram penduradas por um arame de segurança que as prendem pela parte de trás com a ajuda de pinos.

O blog procurou três assessores de imprensa do clube para perguntar se já foram descobertas as causas do descolamento das peças, se há risco de outras se soltarem e ainda se os reparos já foram feitos. Porém, nenhum deles respondeu até a publicação deste post. Por sua vez, a Odebrecht informou desconhecer o problema.

Profissional que trabalhou na construção da arena disse ao blog que em qualquer obra placas como estas correm o risco de se soltar por causa da dilatação provocada pelo calor. Por isso são instalados arames para evitar quedas que poderiam atingir pessoas no local.

Em fevereiro, o estádio teve o desabamento de parte de um forro do teto. Também apresentou infiltrações em suas lanchonetes e dois grandes buracos se abriram na parte externa do estádio após fortes chuvas na cidade.

Atualmente, a casa corintiana é vistoriada por empresa de auditoria que vai dizer em que condições a Odebrecht entregou a obra.



03/07/2013 09h41 - Atualizado em 03/07/2013 15h30

Jovem é atingido por reboco de viaduto no Subúrbio do Rio

Vítima foi levada pelos bombeiros para Hospital Salgado Filho, no Méier.
Via cruza Avenida Pastor Martin Luther King Júnior.

Mariucha Machado
Do G1 Rio



Pai mostra parte de reboco que caiu de viaduto e atingiu Marlon (no destaque) (Foto: Mariucha Machado/G1)

<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2013/07/jovem-e-atingido-por-reboco-que-caiu-de-viaduto-no-suburbio-do-rio.html>



COMO DAMOS MANUTENÇÃO?



Fissuras com infiltração
generalizada



COMO DAMOS MANUTENÇÃO?

Solução adotada: Telhado invertido.



RESULTADO: Corrosão nos elementos estruturais



ESTUDO DE CASO - CIPÓ

2. INFORMAÇÕES SOBRE A ESTRUTURA

- A edificação compreende um balneário desativado situado na cidade de Cipó/BA, executado em estrutura de concreto armado, com estrutura predial de 4 pavimentos, duas piscinas e dez aparelhos hidrossanitários.



Figura 1 – Vista da fachada frontal e entrada principal.



Figura 2 – Vista da fachada frontal e entrada secundária.



COMO DAMOS MANUTENÇÃO?



Figura 15 – Vista da fachada de fundo.



Figura 16 – Detalhe 1 do processo de corrosão dos elementos estruturais.



Figura 17 - Detalhe 2 do processo de corrosão dos



Figura 18 – Vista da degradação da laje.



MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE DESPLACAMENTO

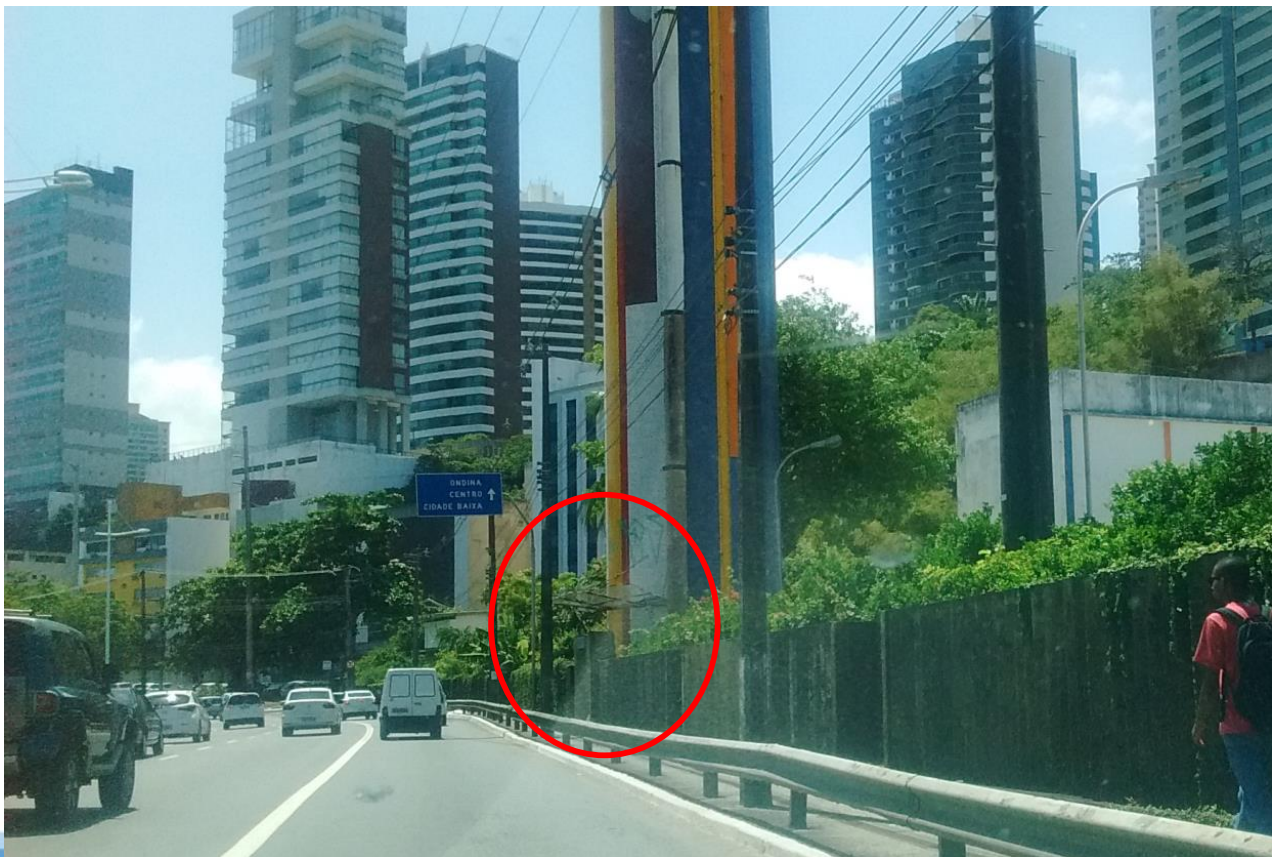


Figura 2.22 - Deslocamento localizado do emboço (esquerda) e de peças cerâmicas (direita) (LEM- UnB, arquivo fotográfico).

COMO REPARAMOS?



COMO REPARAMOS?



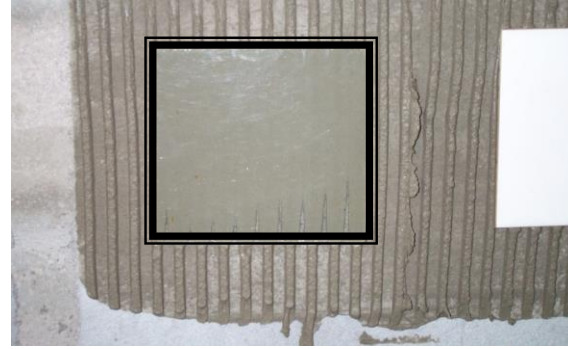
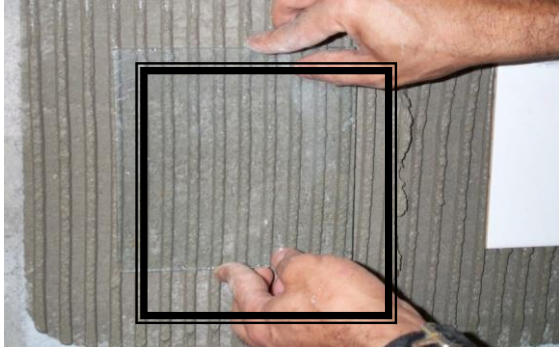
COMO REPARAMOS?



COMO REPARAMOS?







COMO REPARAMOS?



COMO REPARAMOS?



CONCEITO DE DURABILIDADE E VIDA ÚTIL

DURABILIDADE (ISO 13283, 2008):

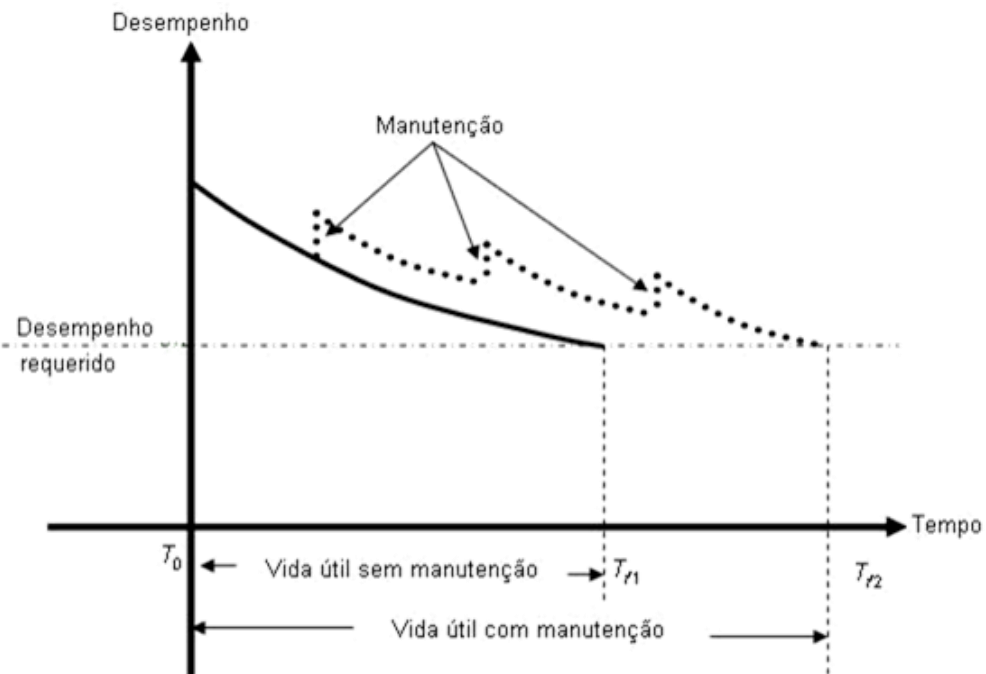
É a capacidade de uma estrutura/componentes de **satisfazer**, com manutenção planejada, os **requisitos de desempenho do projeto**, por um **período específico de tempo** sob influência das ações ambientais e/ou processo de envelhecimento natural.

VIDA ÚTIL (NBR 15575-1, 2013):

Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades **para as quais foram projetados e** **construídos considerando a periodicidade e correta** **avaliação dos processos de manutenção previstos**



CONCEITO DE DURABILIDADE E VIDA ÚTIL



C.1 – Desempenho ao longo do tempo (recuperações por ações de manutenção)



Vida Útil de Projeto mínimas - NBR 15575

SISTEMA	VUP MÍNIMA (EM ANOS)
Estrutura	≥ 50
Pisos Internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20



CONCEITO DE DESEMPENHO

- Desempenho pode ser definido como o comportamento em uso.
- No caso de uma **edificação** pode ser entendido como as **condições mínimas de habitabilidade**.

- ✓ Pode variar de um indivíduo para o outro (uso e manutenção).

- ✓ Depende das condições de exposição do ambiente em que a edificação será construída.

- A NBR 15575-1 (2013) estabelece requisitos



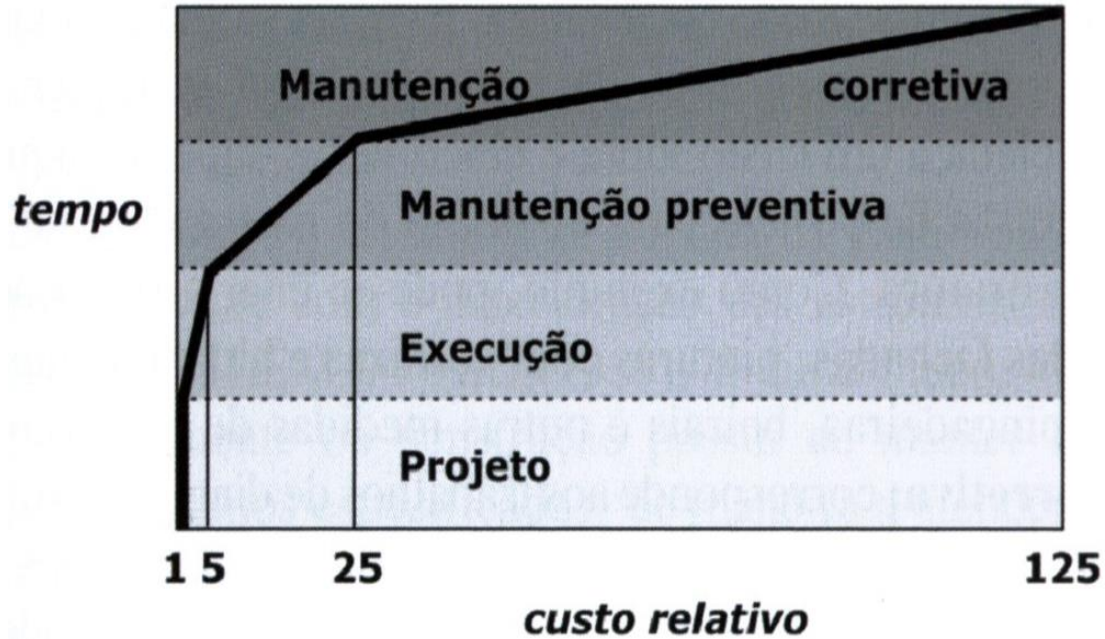
A NORMA DE DESEMPENHO - NBR15575

- PARTE 1 – REQUISITOS GERAIS
- PARTE 2 – REQUISITOS PARA OS SISTEMAS ESTRUTURAIS
- PARTE 3 – REQUISITOS PARA OS SISTEMAS DE PISOS
- **PORTE 4 – REQUISITOS PARA OS SISTEMAS VEDAÇÕES VERTICAIS**
- PARTE 5 – REQUISITOS PARA OS SISTEMAS DE COBERTURAS
- PARTE 6 – REQUISITOS PARA OS SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS



- Processo não uniforme;
- Natureza “Progressiva”;
- O processo de degradação ocorre em função:
 - Da perda de capacidade do material em responder às exigências ao longo do tempo;
 - Agentes de degradação;
 - Natureza do material.





- 1 m³ de concreto (30 MPa)– R\$250,00;
- 1 m³ de groute (30 MPa)– R\$1.740,00 (↑696%);



ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

- Erros de Projeto;
- Falha na seleção e controle dos materiais;
- Falhas na Execução;
- Condições ambientais;
- Falhas no uso.



- NORMA DE PROJETO DE CONCRETO? **NBR 6118**
- NORMA DE PROJETO DE MADEIRA? **NBR 7190**
- NORMA DE PROJETO DE AÇO? **NBR 8800**
- NORMA DE PROJETO DE ALVENARIA ESTRUTURAL? **NBR 15961**
- **NORMA DE PROJETO DE FACHADA? – NBR 13755 (diretrizes)**





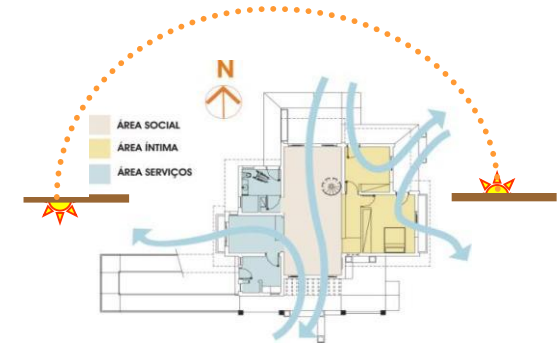
Detalhe Cimalha
Escala 1/25



- **Falta ou excesso de informações**
 - Quem decide?
 - Como decide?
 - Quando decide?

- **Problemas de compatibilidade**
 - Problemas geométricos
 - Falta de especificações

- **Condições bioclimáticas**

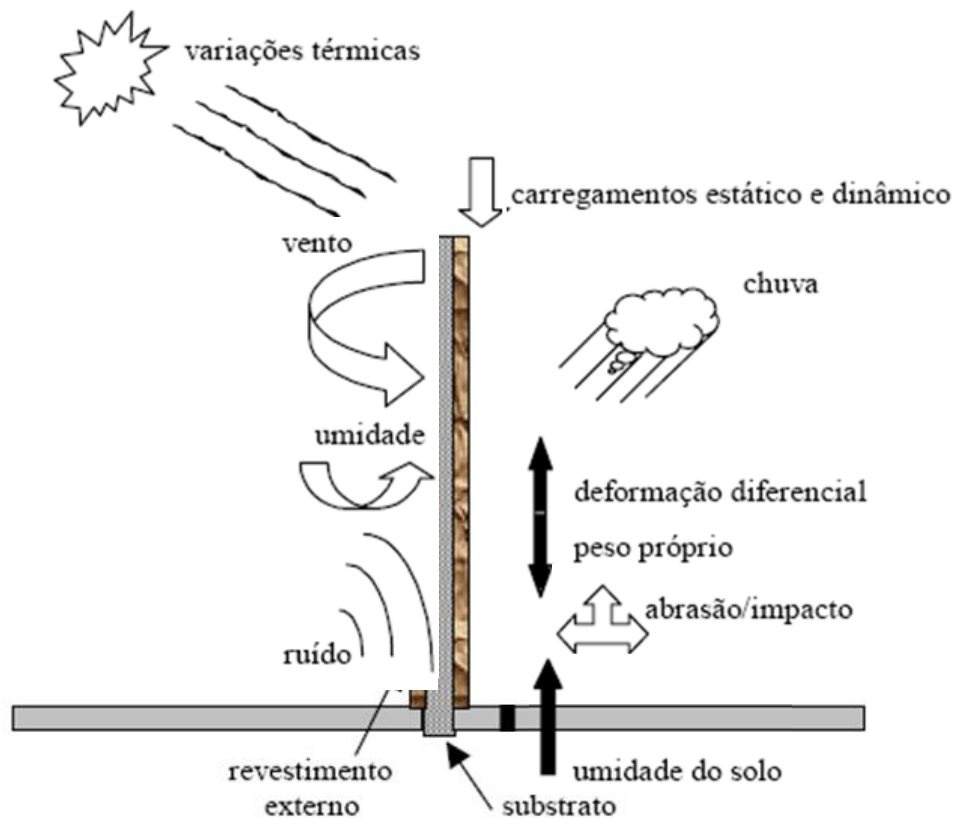


Lambert *et al.* (2010)

- **Cadeira de estruturas focada apenas no concreto**
- **Detalhes construtivos com embasamento científico**



ESFORÇOS ATUANTES NA FACHADA



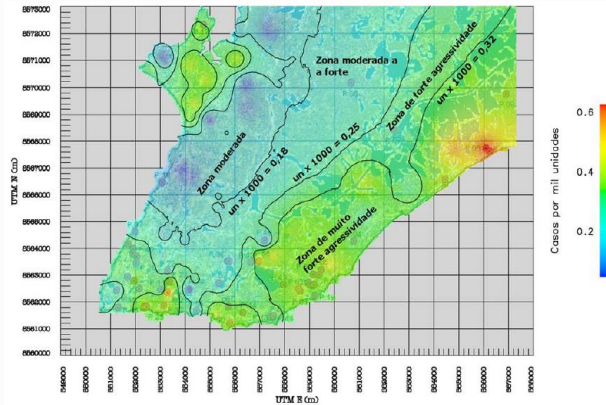
Solicitações impostas às superfícies externas da edificação (modificada de Bauer, 1987)



CONDIÇÕES DO ENTORNO

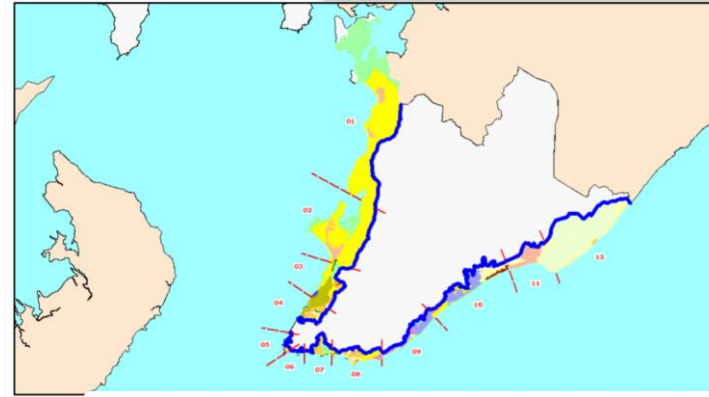
SALVADOR - BAHIA

Agressividade Ambiental

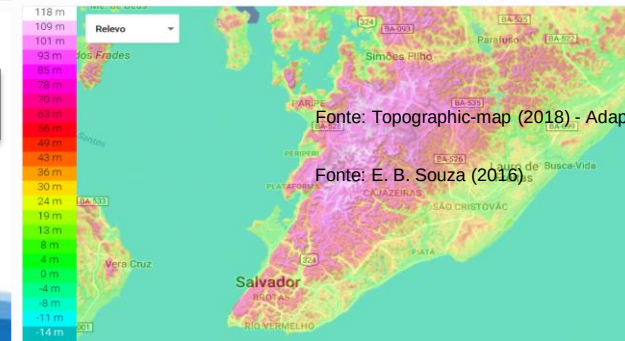


Fonte: Vilasboas e Machado (2010) - Adaptada

Borda Marítima



Relevo



Fonte: Topographic-map (2018) - Adaptada

Fonte: E. B. Souza (2016)

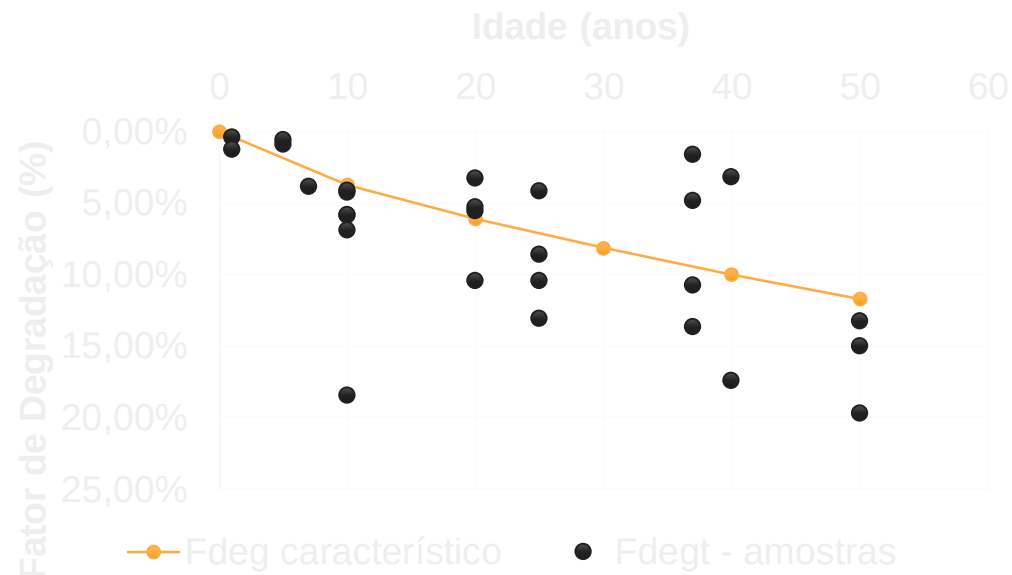




Altitude do Relevo

Nível do Mar				Acima do nível do mar			
Fachada	Revestimento	Idade (anos)	FDegt	Fachada	Revestimento	Idade (anos)	FDegt
PT2	Pintura	1	0,42%	BA1	Cerâmica	5	0,89%
RO1	Pintura	7	3,84%	BA3	Cerâmica	5	0,57%
PT1	Cerâmica	1	1,27%	BA2	Pintura	20	10,45%
PB1	Cerâmica	10	4,26%	CB1	Pintura	20	3,26%
PB2	Cerâmica	10	4,14%	CB2	Pintura	20	5,55%
BF1	Cerâmica	28	17,41%	CB3	Pintura	20	5,30%
BF2	Cerâmica	28	3,19%	BR1	Pintura	25	13,10%
RI1	Cerâmica	37	13,68%	BR2	Pintura	25	4,19%
RI2	Cerâmica	37	10,74%	BR3	Pintura	25	10,43%
RI3	Cerâmica	37	4,82%	BR4	Pintura	25	8,62%
				IP1	Pintura	50	15,02%
RI4	Cerâmica	37	1,63%	IP2	Pintura	50	13,26%
				IP3	Pintura	50	19,69%





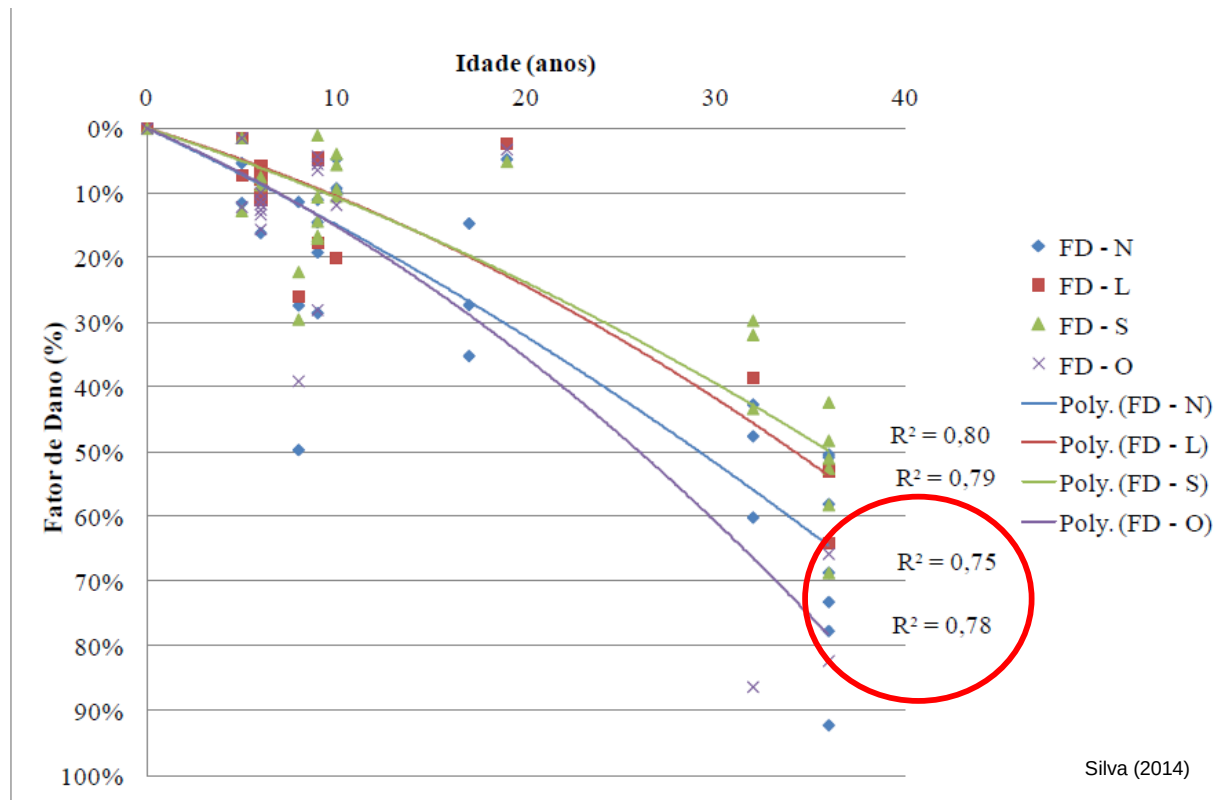


Figura 5.13 – Fator de Dano em função da orientação das amostras de estudo



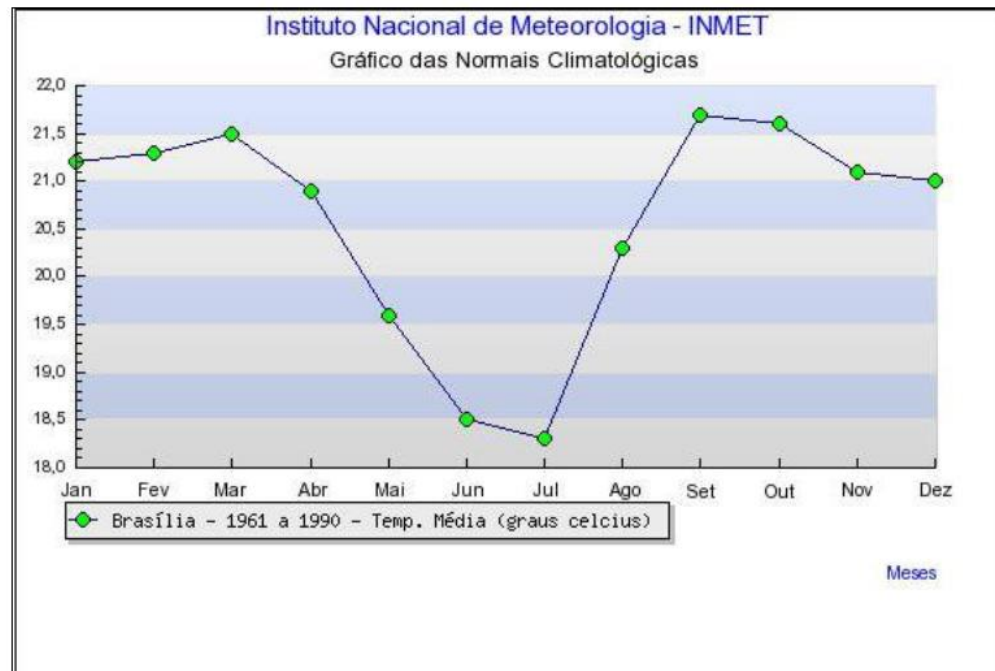


Figura 2.5 – Gráfico climatológico de temperatura média mensal de Brasília – período 1961-1990 (INMET, 2013).



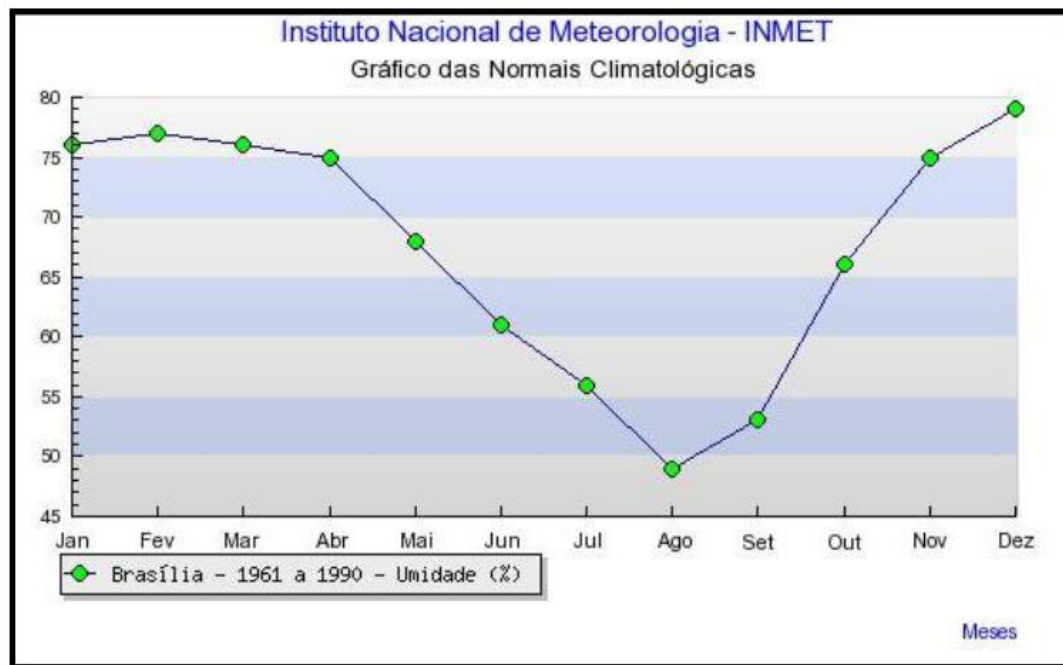


Figura 2.7 – Gráfico climatológico de umidade mensal de Brasília – período 1961-1990 (INMET, 2013).



ESTUDO DAS TENSÕES DE ORIGEM TÉRMICA



Fissura no revestimento na transição entre as cores do revestimento



FOTO 18 – Vista da fissuração no revestimento

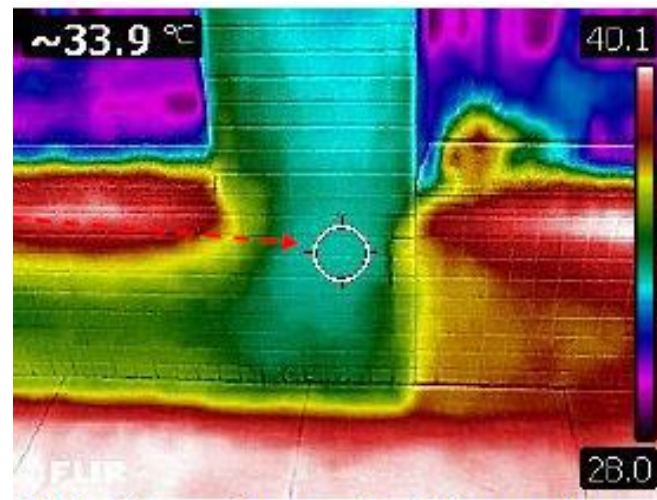


FOTO 19 – Termografia infravermelha no revestimento fissurado



Fissura no rejunte e deslocamento



FOTO 20 – Vista de falhas no rejunte do piso

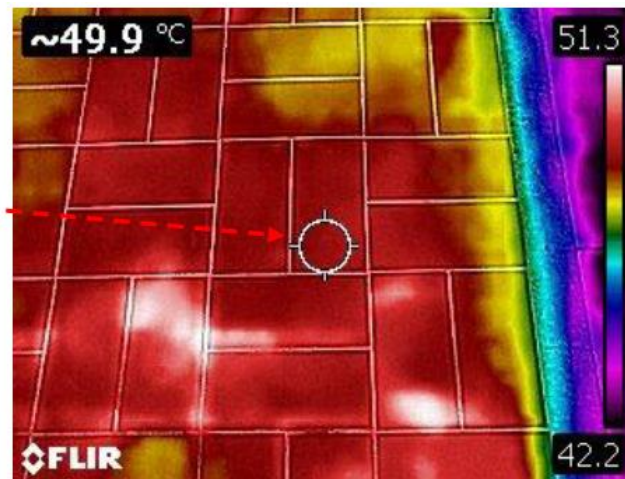


FOTO 21 – Termografia infravermelha no piso



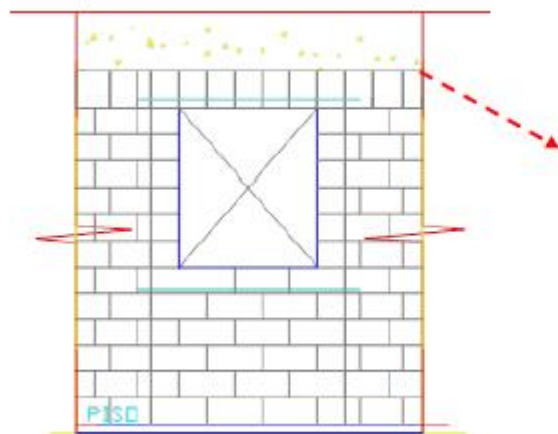


Figura 1 – Modelo do sistema



Figura 2 – Fissura ocorrida

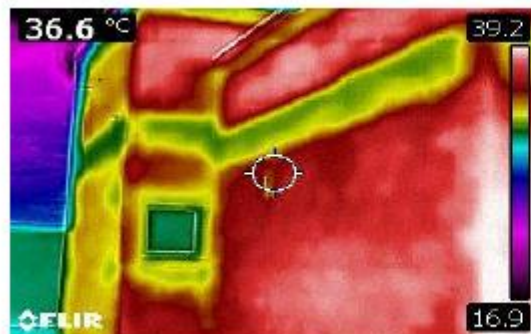


Figura 3 – Modelo do gradiente térmico do sistema



ESTUDO DAS TENSÕES DE ORIGEM TÉRMICA



Figura 2.11 – Descolamento de placas cerâmicas (LEM- UnB, arquivo fotográfico).



IMPORTÂNCIA DOS DETALHES CONSTRUTIVOS

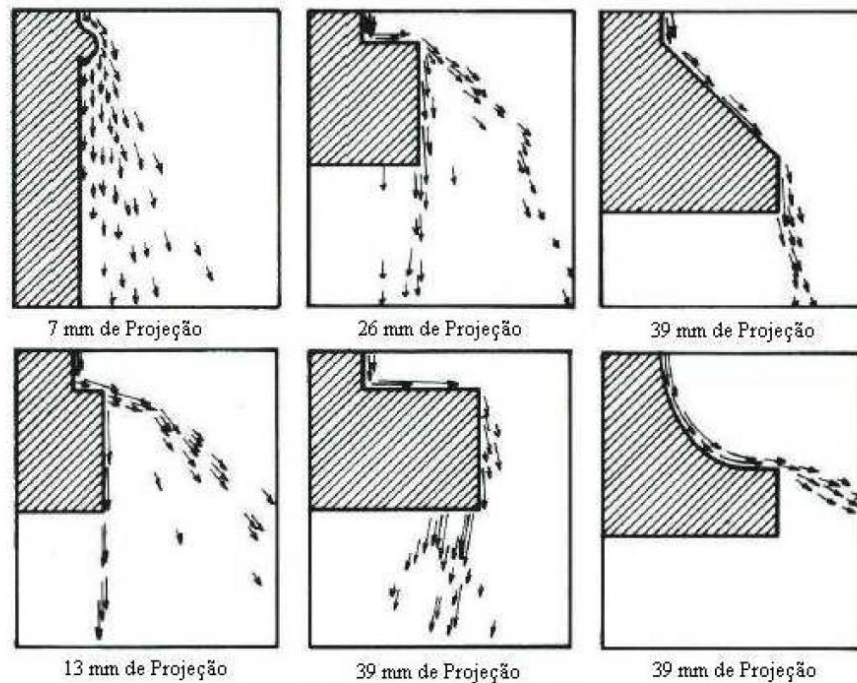


Figura 2.15 – Detalhes de geometria e dimensões de saliências em fachadas e sua influência no escoamento de água (Perez, 1988).

IMPORTÂNCIA DOS DETALHES CONSTRUTIVOS



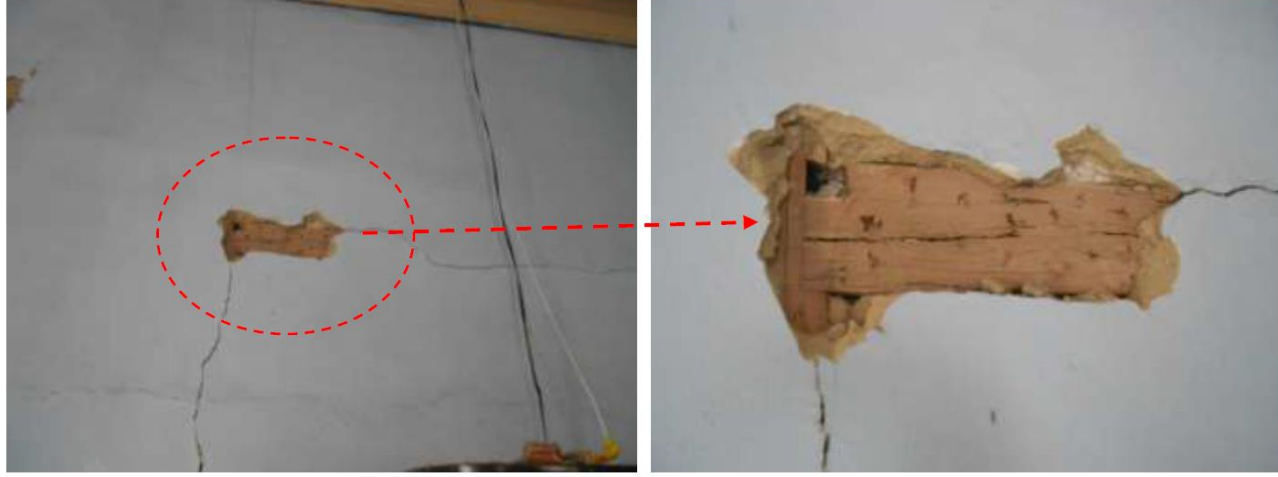
AUSÊNCIA DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO



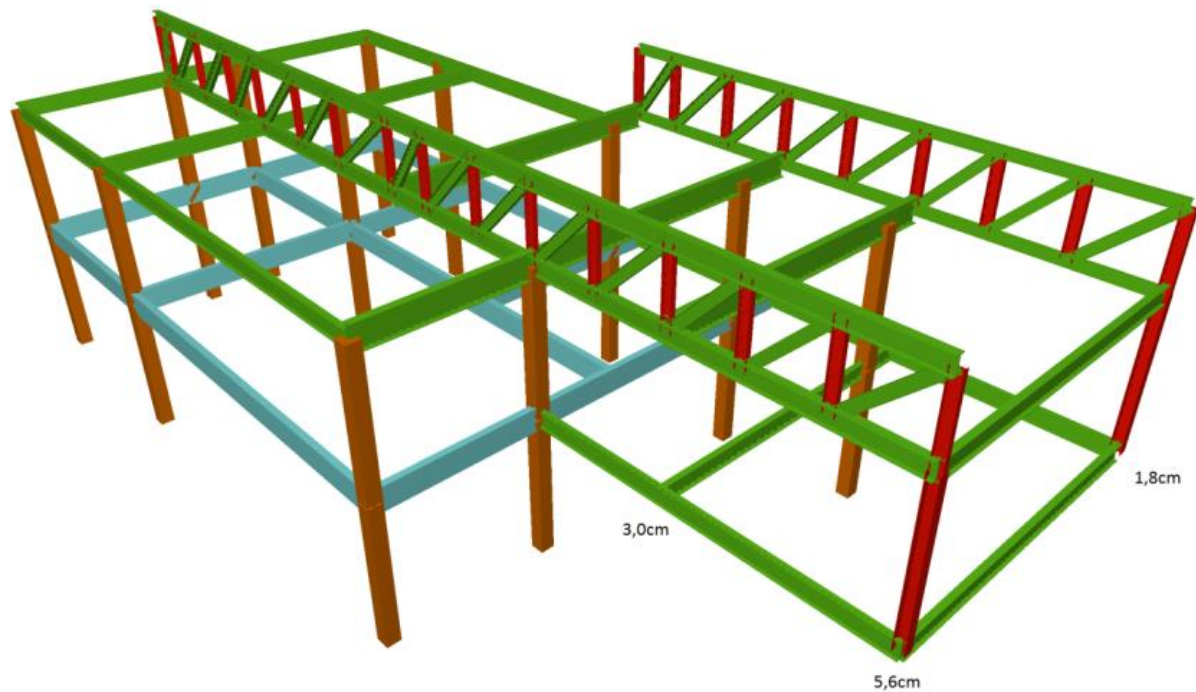
INTERAÇÃO ESTRUTURA X REVESTIMENTO



INTERAÇÃO ESTRUTURA X REVESTIMENTO



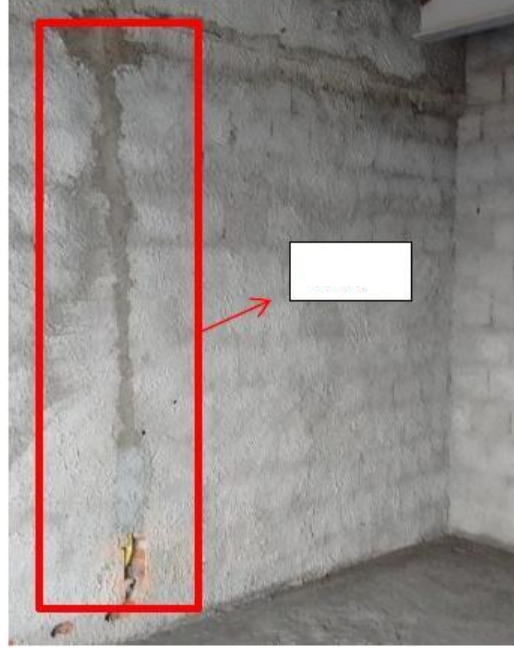
INTERAÇÃO ESTRUTURA X REVESTIMENTO



Movimentou cerca de
20cm



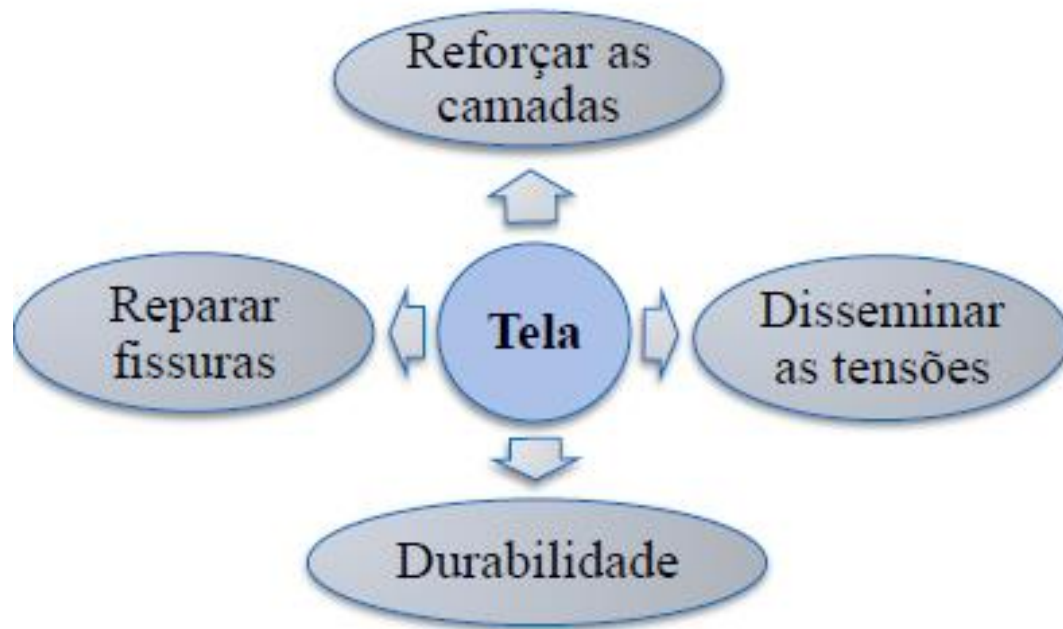
INTERAÇÃO ESTRUTURA X REVESTIMENTO



NECESSIDADE DE REFLEXÃO!



DESAFIO DO USO DAS TELAS



TIPOS DE TELAS

TELAS

Galvanizadas



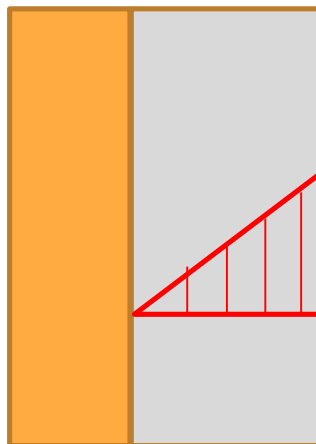
Poliéster



Plásticas

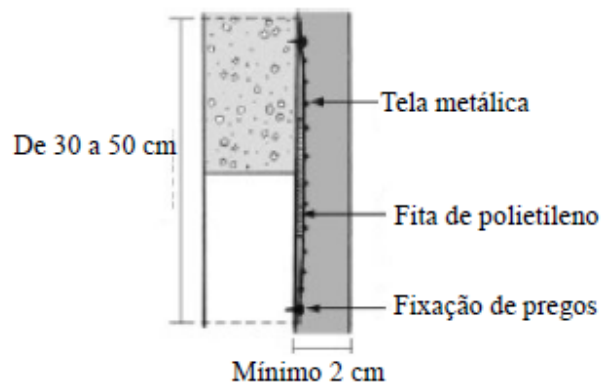


POSIÇÃO DA TELA

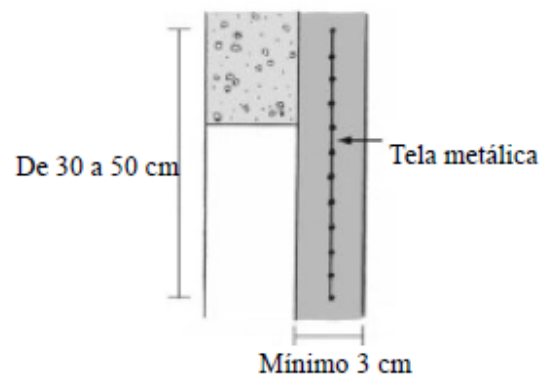


➤ Detalhes construtivos do projeto – uso de telas.

Ponte de transmissão de tensões



Reforço do emboço



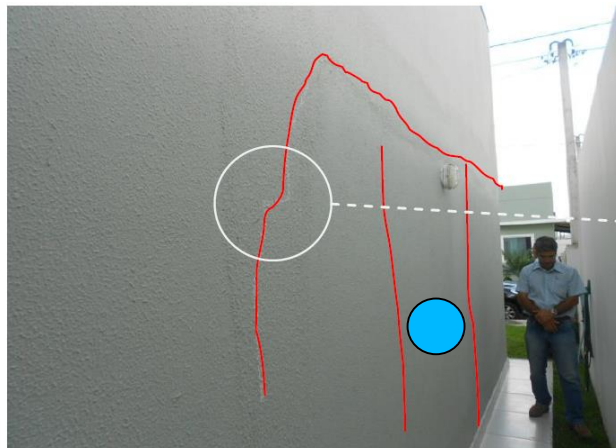


Foto 01: Vista da parede lateral esquerda.

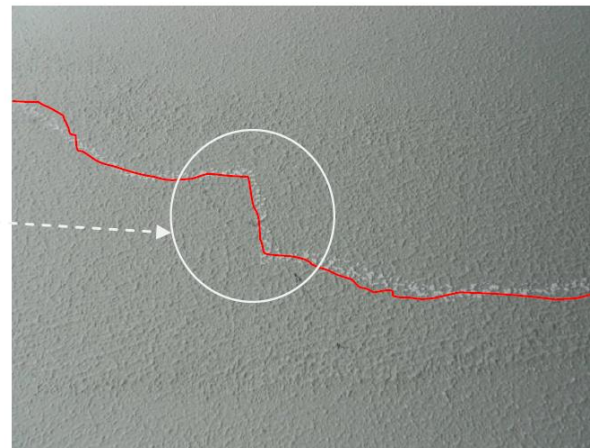


Foto 02: Detalhe da fissura rotacionada.

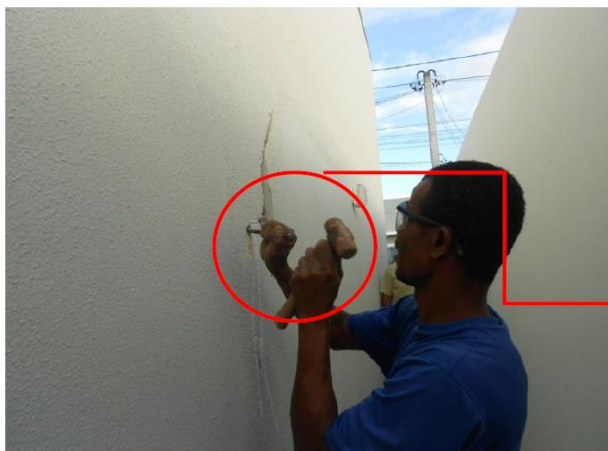


Foto 05: Vista do descasque da argamassa.



Foto 06: Detalhe da tela e do teste de alcalinidade.





Estudo da ocorrência de fungos em revestimentos de argamassa da UFRB

a) *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries, 1952.

Descrição: Espécie extremamente cosmopolita, frequentemente isolada do solo, ar, material vegetal, tecidos, plásticos, revestimentos, derivados de petróleo. Envolvida com infecção humana subcutânea.

b) *Aspergillus niger* Van Tieghem, 1867

Descrição: Espécie encontrada em toda parte do mundo, frequentemente isolada do solo, ar, material vegetal, alimento. Fungo oportunista, envolvido com infecção do ouvido (otomicoses) e pulmonar alérgica.

c) *Aspergillus flavus* Linnk ex Gray, 1821

Descrição: Espécie cosmopolita, frequentemente isolada do solo, ar, material vegetal. Fungo oportunista, envolvido com infecção pulmonar alérgica.

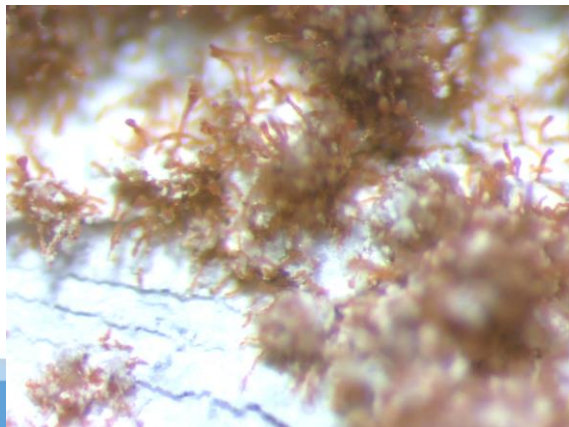
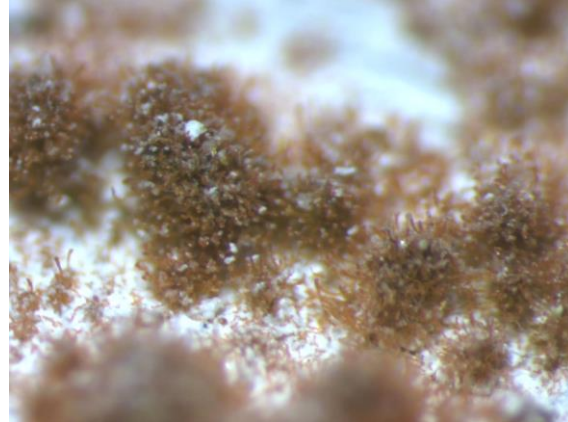
d) *Acremoniu kiliense* Grutz, 1925

Descrição: Espécie isolada no solo, nos esgotos, na vegetação e nos alimentos. Dissemina-se no ar. Tem sido também, envolvida com infecções cutâneas e sistêmicas nos seres humanos.



MANCHAMENTO ALGAS VERMELHAS





USO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO



ESTUDO DE CASO UFBA – O QUE TEM DE ERRADO?

Quantitative Result

Analyte	Result

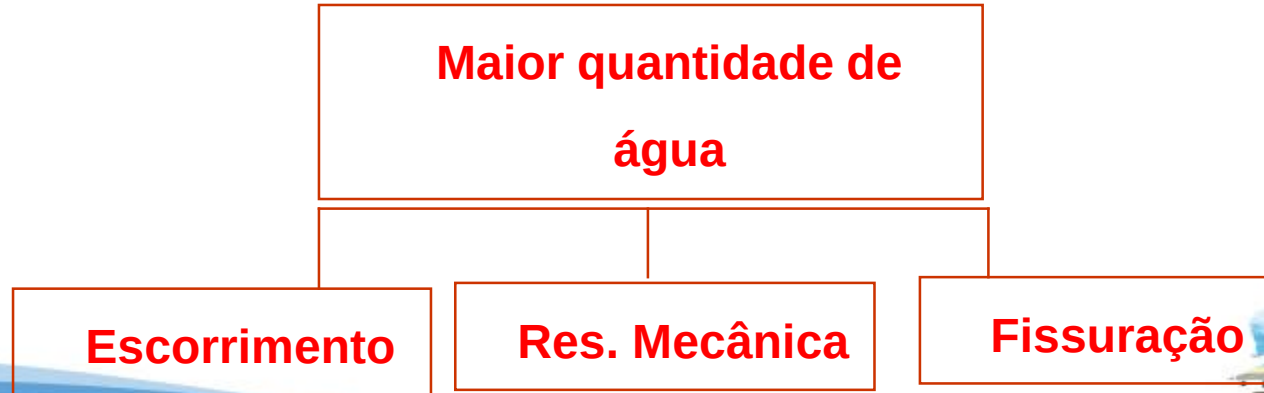
====[No. 1 Layer]====<	Layer1
Layer1	5.000 um
CH2	100.000 %
====[No. 2 Layer]====<	Base
SiO2	96.897 %
Al2O3	2.068 %
TiO2	0.481 %
BaO	0.246 %
SO3	0.203 %
ZrO2	0.068 %
ZnO	0.036 %

Quantitative Result

Analyte	Result
====[No. 1 Layer]====< Layer1	
Layer1	5.000 um
CH2	100.000 %
====[No. 2 Layer]====< Base	
SiO2	76.314 %
Al2O3	6.810 %
Fe2O3	5.015 %
Cl	3.854 %
CaO	2.218 %
TiO2	1.626 %
K2O	1.266 %
P2O5	0.938 %
ZrO2	0.907 %
SO3	0.800 %
NiO	0.252 %



USO DE EXCESSO DE FINOS



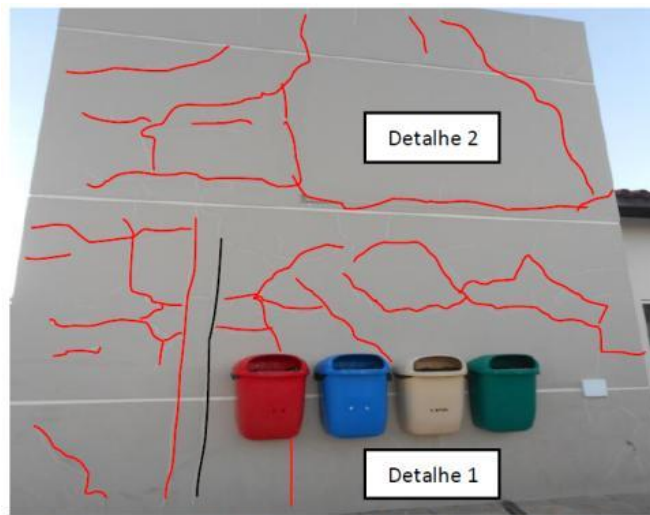


Foto 03: Vista da fissuração na parede frontal.

Fissuras mapeadas



USO DE EXCESSO DE FINOS



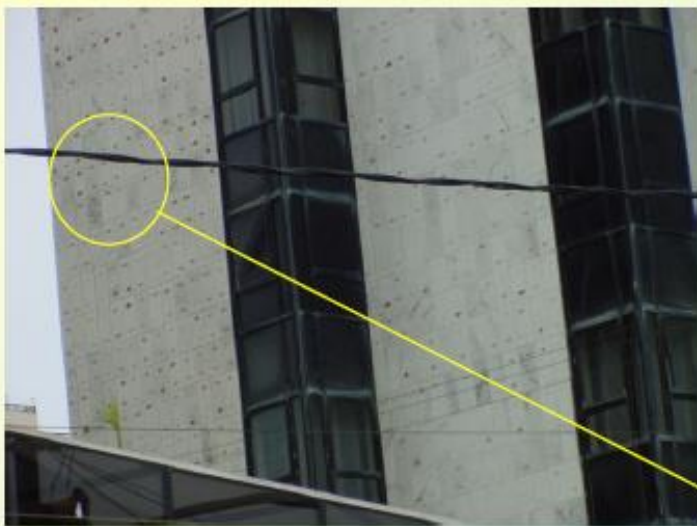
ERROS NA SELEÇÃO E ESCOLHA DOS MATERIAIS

- Uso de materiais inadequados;
- Mudança dos materiais durante a execução da obra;
- Falta de controle tecnológico dos materiais;
- Desconsideração da agressividade ambiental;
- Não usem argilominerais (saibro, arnoso, areia rosa, etc);
- Protejam a areia da umidade.





USO DE INSERTS INADEQUADOS

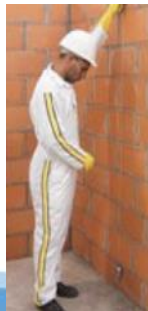


Manchamentos:



ERROS DE EXECUÇÃO

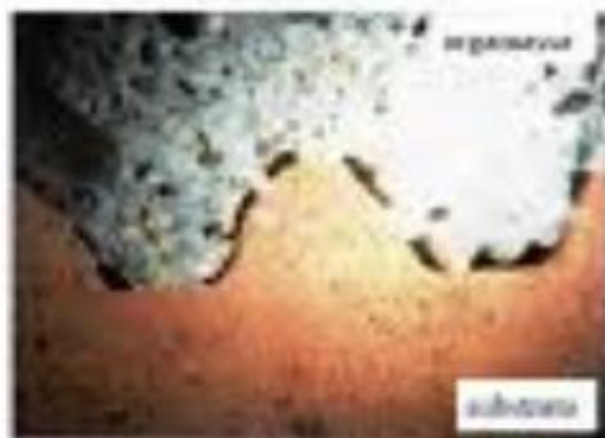
- Inobservância dos critérios técnicos (prumo e nível);
- Falta de planejamento e controle das ações;
- Falta de controle tecnológico (a/c);
- Erros grosseiros.







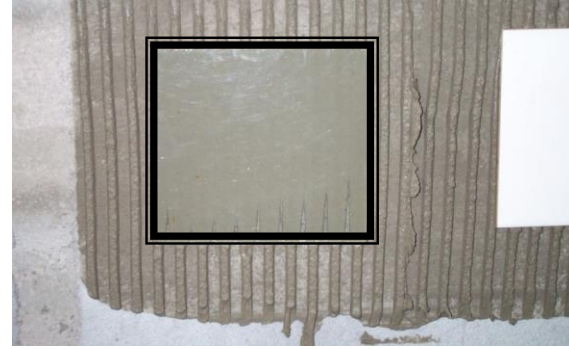
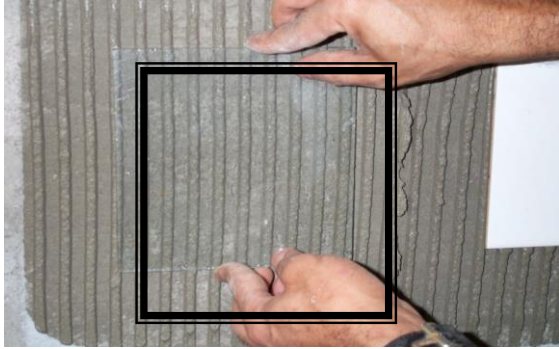




80







MAU USO DOS MATERIAIS



Falha na junta



Foto 11: Vista 2 da fachada lateral esquerda.

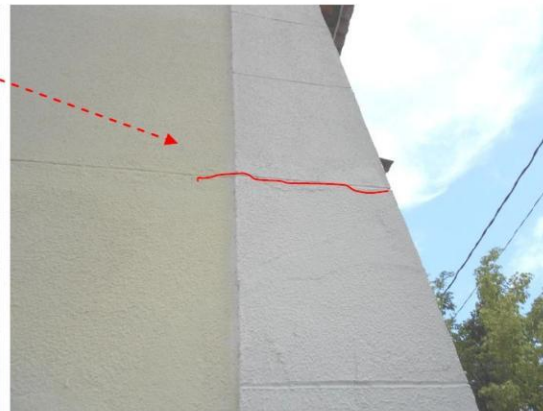


Foto 12: Detalhe 2 da fissuração na fachada lateral esquerda.



MAU USO DOS MATERIAIS

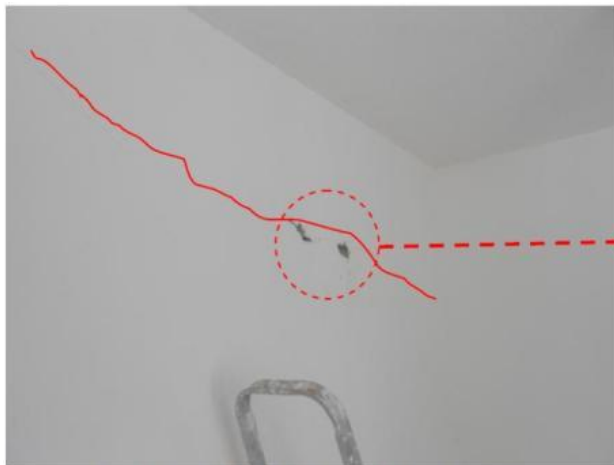


Foto 19: Vista 2 da fissuração no quarto.

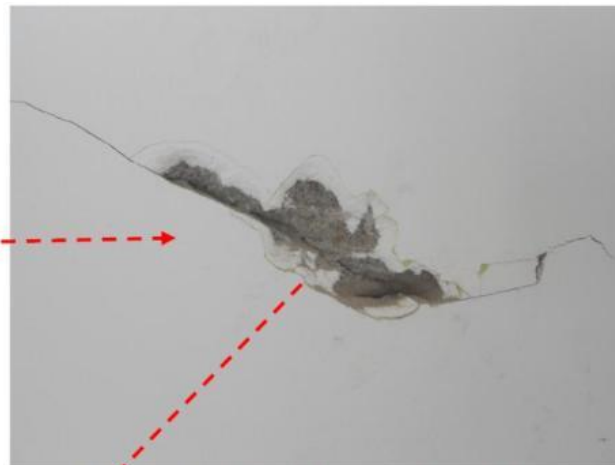


Foto 20: Detalhe 2 da fissuração no quarto.

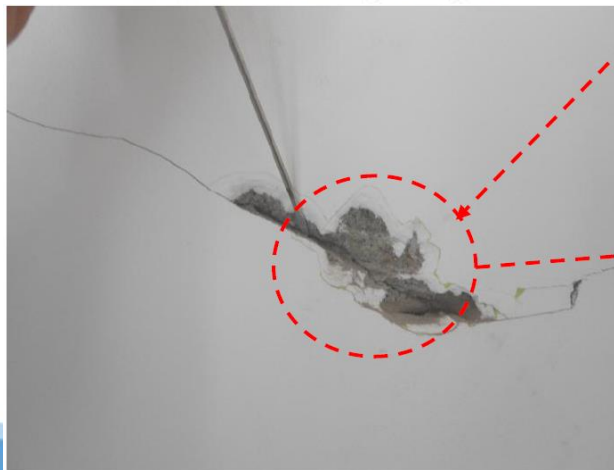


Foto 21: Detalhe 2 da fissuração no quarto.

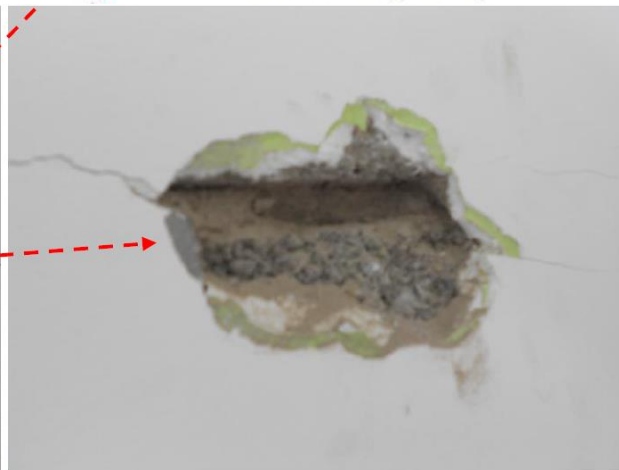


Foto 22: Detalhe 2 da fissuração no quarto.

Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

Tabela 7.1 - Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$
NOTAS 1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655. 2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado. 3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

E PARA OS REVESTIMENTOS QUAIS REQUISITOS?



FALHA NO USO

- Excesso de carga;
- Desvio de finalidade da estrutura;
- Não realização das manutenções preventivas.



FALHA NO USO



Foto 11: Vista do pilar do pavimento 1.



Foto 12: Detalhe 1: Deslocamento do cobrimento do concreto e corrosão das armaduras.



Foto 13: detalhe 2: Corrosão das armaduras do pilar.

Problema encontrado

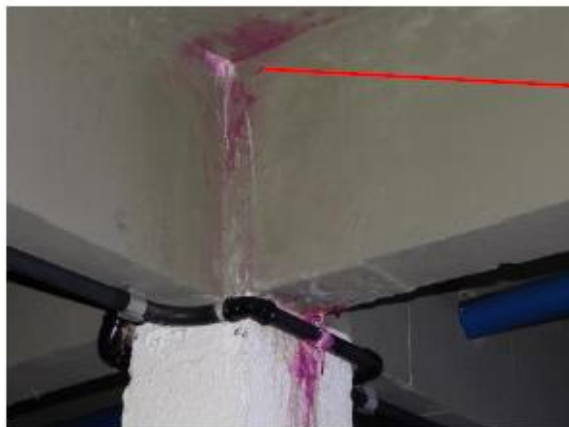


Figura 55 – Detalhe 4 da infiltração no topo do pilar.



Figura 56 – Detalhe 5 da infiltração no topo do pilar.

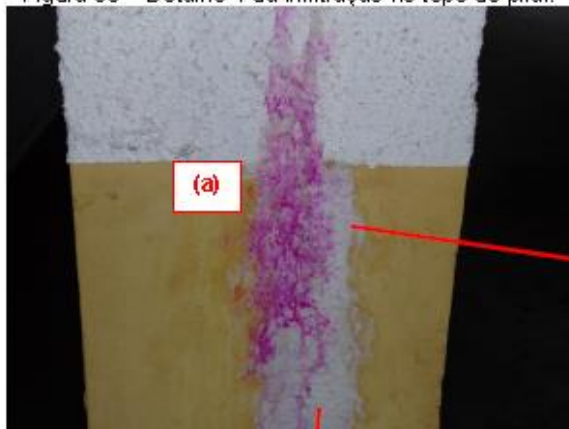


Figura 57 – Detalhe 1 da infiltração no meio do pilar.



Figura 58 – Detalhe 2 da infiltração no meio do pilar.

Causa do problema



Figura 11 – Detalhe 2 da falha no rejunte e destacamento do piso.



Figura 12 – Detalhe 3 da falha no rejunte e destacamento do piso.



Figura 13 – Detalhe 4 do destacamento do piso.

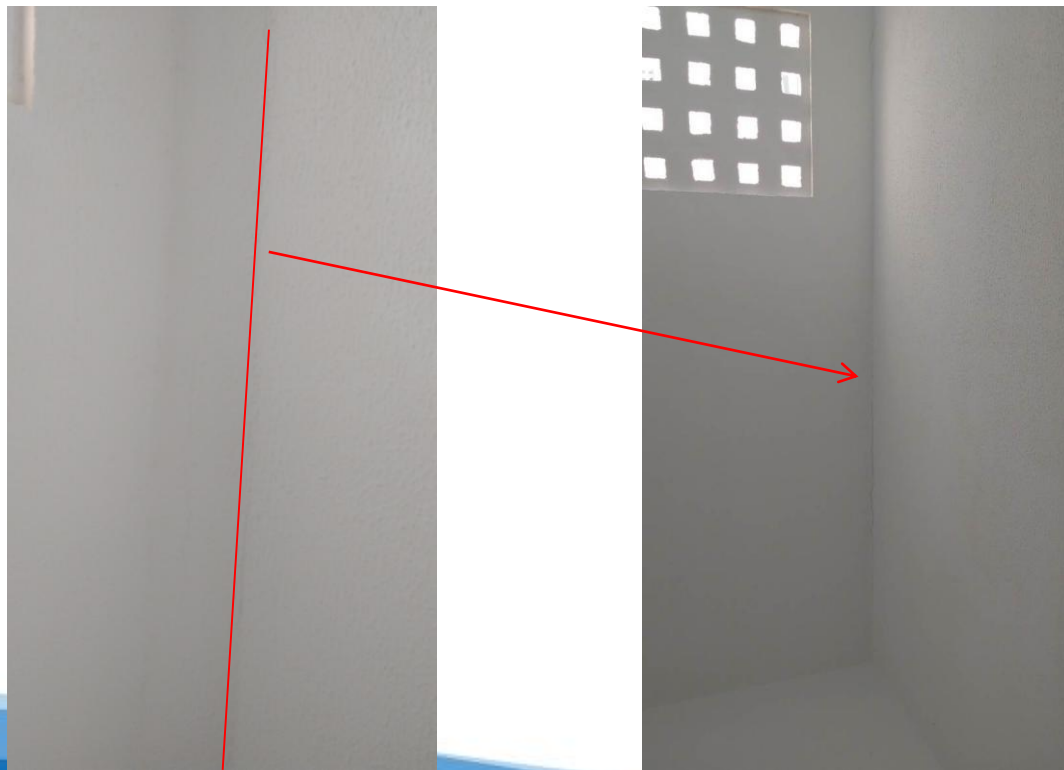


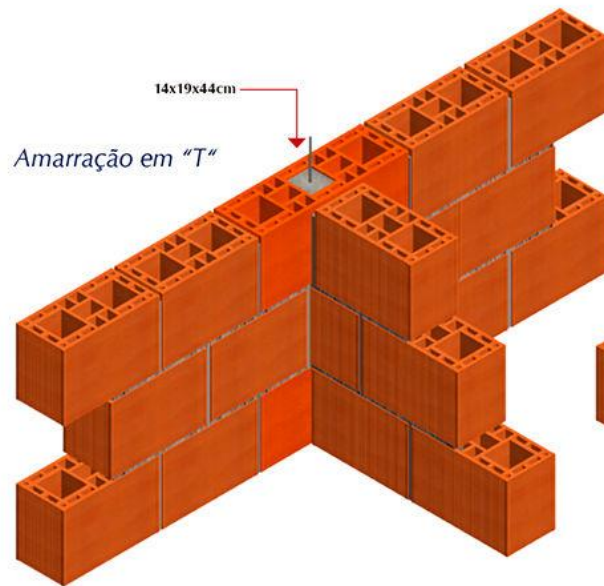
Figura 14 – Detalhe 5 do destacamento do piso.

E A SOLUÇÃO?

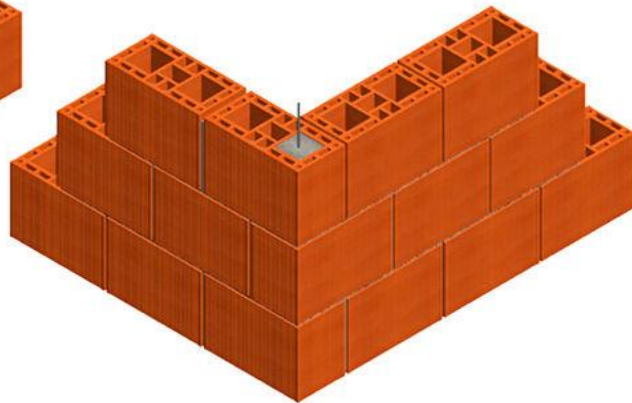


Fissura vertical no encontro de paredes O QUE É?





Amarração em "L"



FALHA NA AMARRAÇÃO DAS PAREDES



Deslocamento x colônias de cupins



ANÁLISE DETALHADA DA PATOLOGIA



Técnicas e Equipamentos para inspeção e monitoramento de fachadas de edificações



Técnicas de Avaliação Pericial

Avaliação *in locu* do problema

- Uso obrigatório de EPI's (caso da fenofaleína);
- Observações;
- Medições in locu;
- Avaliações não destrutivas;
- Avaliações parcialmente destrutivas;
- Avaliações em laboratório.



Máquina Fotográfica Profissional de alta resolução



Nível de bolha



ABNT, NBR. 9817. Execução de piso com revestimento cerâmico - Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT, NBR. 13753. Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.



Figura 1 – Verificação do nível do piso no quarto 1.

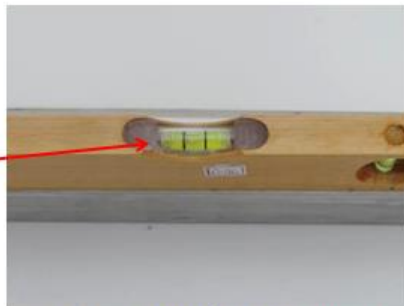


Figura 2 – Detalhe do nível do piso no quarto 1.

Limites estabelecidos pela NBR 9817, seção 5.10.4.2 e na NBR 13753, seção 5.11.4, que admite tolerância de variação na planeza avaliada com régua de 2m de no máximo 3mm.



Prumo



ABNT, NBR. 9062. Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado Rio de Janeiro, 2006.

ABNT, NBR. 13749. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

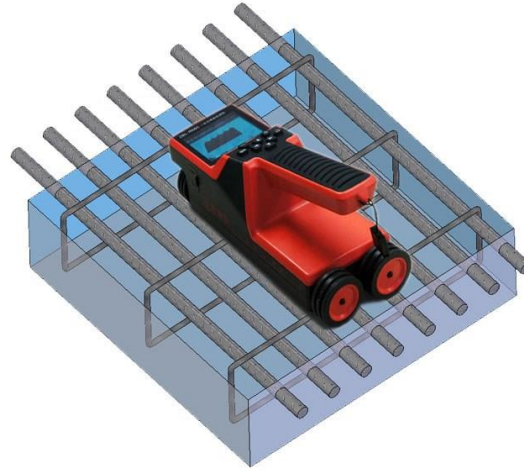
A NBR 9062/01 determina que a tolerância máxima na fachada deve ser de $1/300$ da altura do edifício ou 2,5 cm de desaprumo.

A NBR 13749 diz que o desvio de prumo de revestimento de argamassa interna, ao final da sua execução, não deve exceder $H/900$, sendo H a altura da parede, em metros.

O desvio de nível de revestimentos de teto de argamassas, ao final da sua execução, não deve exceder $L/900$, sendo L o comprimento do maior vão do teto, em metros.



Pacômetro



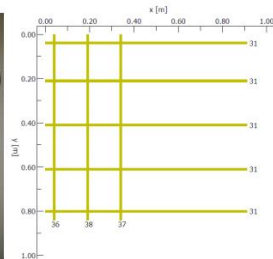
Detecção do diâmetro e profundidade das barras de aço no concreto, além de identificação de tubulações hidráulicas e fiações elétricas.



PACOMETRIA

Neste ensaio se determina:

- Diâmetro das armaduras;
- Espaçamento das armaduras;
- Profundidade das armaduras;
- Camada de cobrimento das armaduras.



Cover [mm] [in]
< 10
10-19
20-29
30-39
40-49
50-59
60-69
70-79
> 80



Esclerômetro



Esclerômetro de reflexão é um aparelho usado em ensaio não destrutivo para **determinação da dureza superficial do concreto endurecido**.

Esclerômetro de impacto, para determinação “in loco” e de forma não destrutiva do **valor aproximado da resistência à compressão superficial do concreto**. Ideal para uso em peças pré-fabricadas, determinações rápidas de estruturas novas, estruturas submetidas a fogo, congelamento, etc.

<http://www.peritos.eng.br/ferramentas/extrator-de-testemunhos/>



ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO



NBR 13528 – Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração – Método de ensaio.

NBR 13749 – Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação



Tabela 2 – LIMITES DE RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO (RA) PARA EMBOÇO E CAMADA ÚNICA

Local		Acabamento	Ra
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

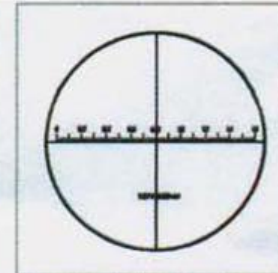
(Unidades em megapascal)



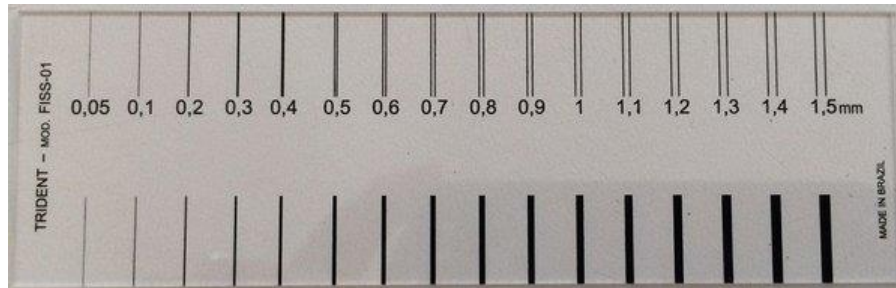
Fissurômetro



Escala Iluminada 10X



Escala Standard



* **Trincas e Fissuras:** A NBR 9575 faz a distinção entre fissura e trinca: a) Fissura é a ruptura ocorrida sob ações mecânicas/ físico químicas com até 0,5 mm de abertura; b) Trinca é a ruptura ocorrida acima de 0,5 mm.



Medidor de umidade



Medidor de umidade superficial de concreto, madeira, alvenaria, gesso e tijolos, trabalha através do princípio da constante dielétrica do material.



Trena a laser



O medidor de distância a laser mede com precisão profissional, de 0,05 metros até 50 metros; com precisão de +/- 1,5mm.

<http://www.peritos.eng.br/ferramentas/extrator-de-testemunhos/>



Ensaio especiais: Composição química EDX / FRX

Determina a composição química do material.



Estudo de caso UFBA - Análise química por EDX

AREIA MÉDIA

Analyte	Result
====[No. 1 Layer]====< Layer1	
Layer1	5.000 um
CH2	100.000 %
====[No. 2 Layer]====< Base	
SiO2	76.314 %
Al2O3	6.810 %
Fe2O3	5.015 %
Cl	3.854 %
CaO	2.218 %
TiO2	1.626 %
K2O	1.266 %
P2O5	0.938 %
ZrO2	0.907 %
SO3	0.800 %
NiO	0.252 %

AREIA FINA

Analyte	Result
====[No. 1 Layer]====< Layer1	
Layer1	5.000 um
CH2	100.000 %
====[No. 2 Layer]====< Base	
SiO2	96.897 %
Al2O3	2.068 %
TiO2	0.481 %
BaO	0.246 %
SO3	0.203 %
ZrO2	0.068 %
ZnO	0.036 %



Ensaio especiais: Estrutura cristalina - DRX



Determina os elementos cristalinos presentes na amostra.

- Reação álcali- agregado;
- Ataque por sulfatos/cloretos;
- Carbonatação;
- Situação de incêndio;
- Etringita tardia.



Ensaio especiais: Reação álcali agregado

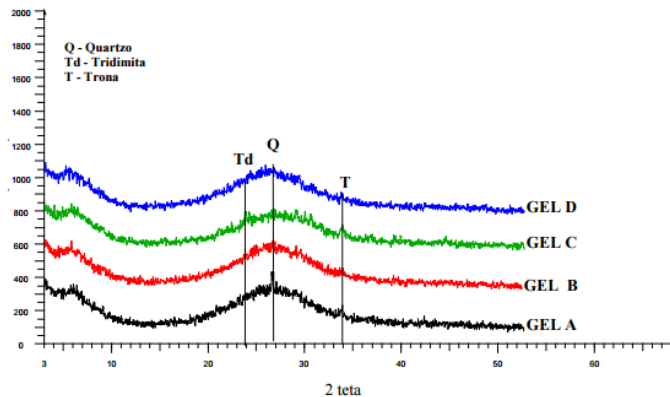
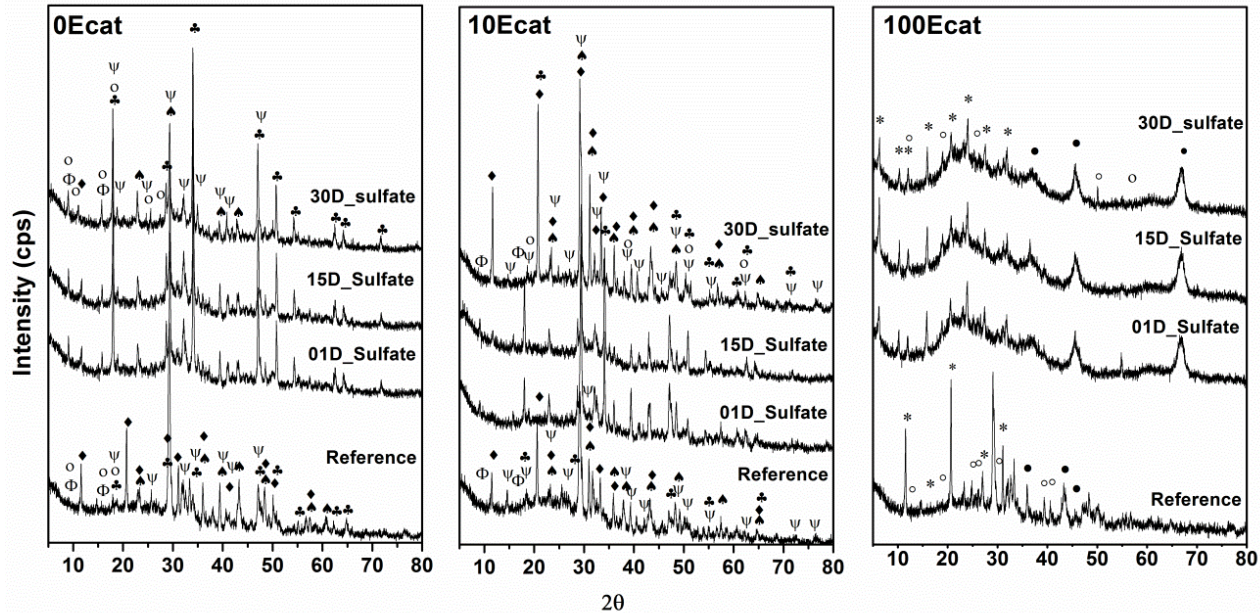


Figura 176: Difratograma de raios X das amostras de gel A, B, C e D.

<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6350/000528715.pdf?sequence=1>



Ensaio especiais: Ataque por sulfato



Legend: ○ Brucite ψ C-S-H ♣ Ca(OH)₂ ▲ CaCO₃ ◆ Gypsum Φ Etringite * Faujasite • Boehmite ◊ Kaolinite



Ensaio especiais: Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV



Avalia a morfologia dos elementos presentes no material



Ensaio especiais: Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV

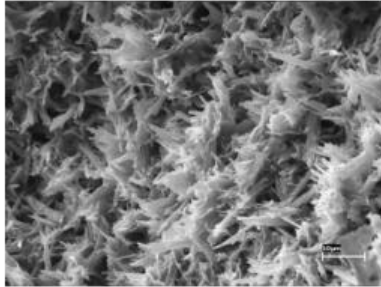


Figura 65: Micrografia apresentando produtos cristalizados da RAA no poro.

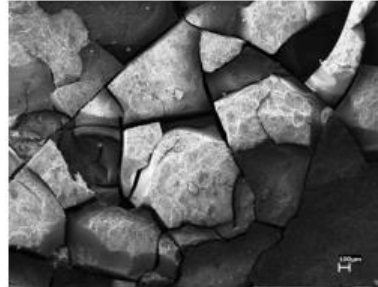


Figura 66: Micrografia indicando gel maciço gretado.

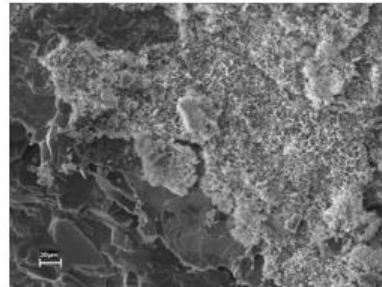


Figura 67: Micrografia apresentando os produtos cristalizados observados na interface.

<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6350/000528715.pdf?sequence=1>

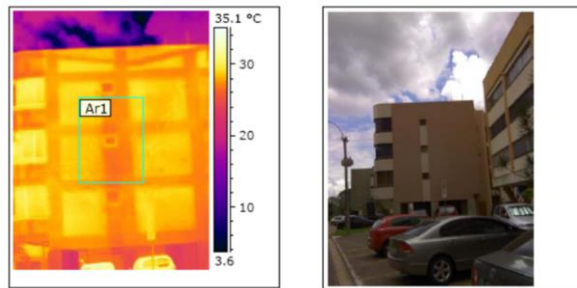


TERMOGRAFIA

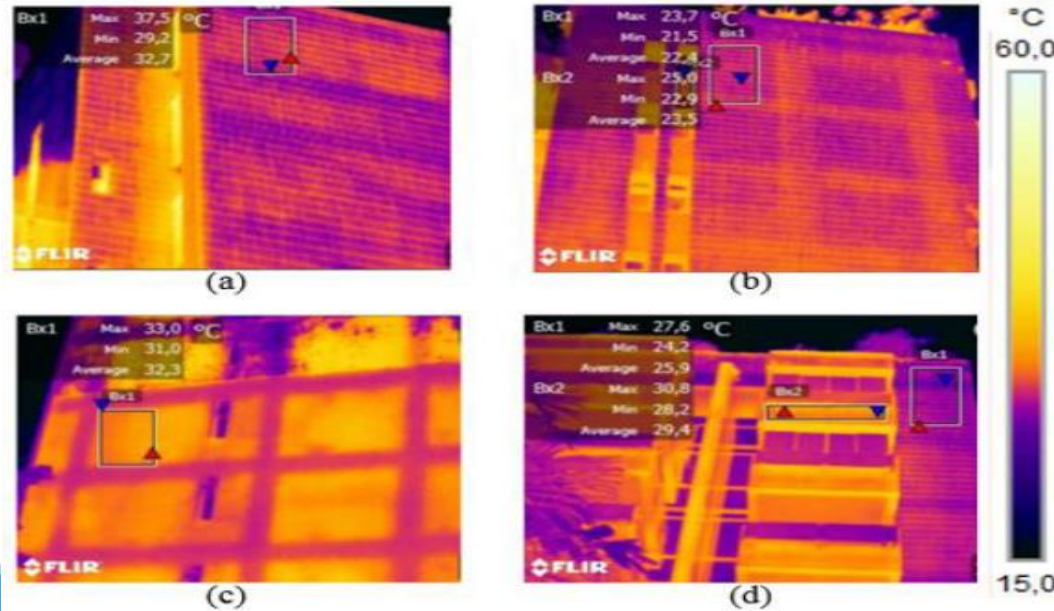
Neste ensaio se determina:

- As envoltórias de temperatura do elemento;
- Fissuras;
- Falhas de homogeneidade.

Figura 4 – Imagem por termografia infravermelha comparada com imagem digital para o mapeamento de estrutura oculta em fachada de edifício, Brasília, DF.



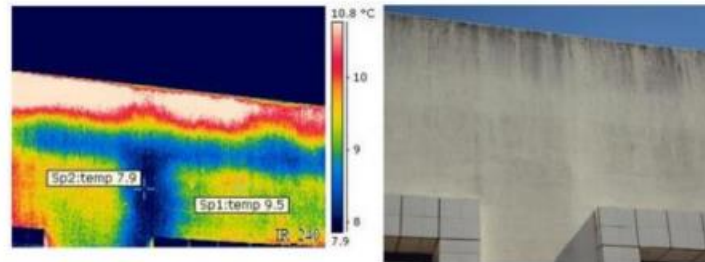
É uma técnica não destrutiva, fornece uma imagem térmica formada de diferentes cores que retrata cada uma, um nível de temperatura superficial dos objetos, ajudando na identificação de anomalias na estrutura (GRINZATO *et al.*, 2011).



Câmara termográfica



Figura 1 – Termograma de uma ponte térmica



Fonte: Pechincha (2011)

Detecção de manifestações patológicas em concretos e argamassas.



Fissura no revestimento na transição entre as cores do revestimento



FOTO 18 – Vista da fissuração no revestimento

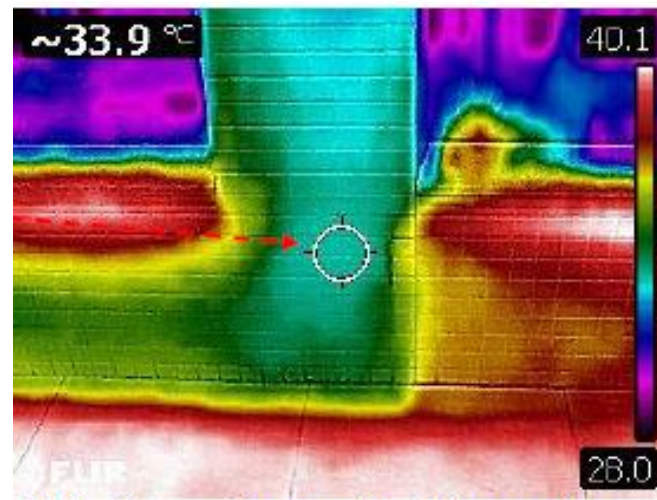


FOTO 19 – Termografia infravermelha no revestimento fissurado

Fissura no rejunte e deslocamento



FOTO 20 – Vista de falhas no rejunte do piso

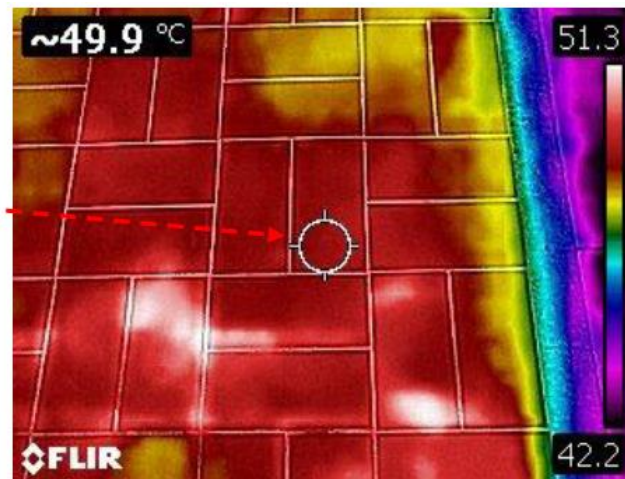


FOTO 21 – Termografia infravermelha no piso



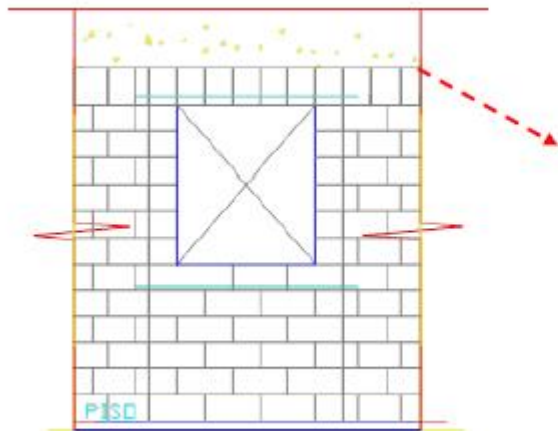


Figura 1 – Modelo do sistema



Figura 2 – Fissura ocorrida

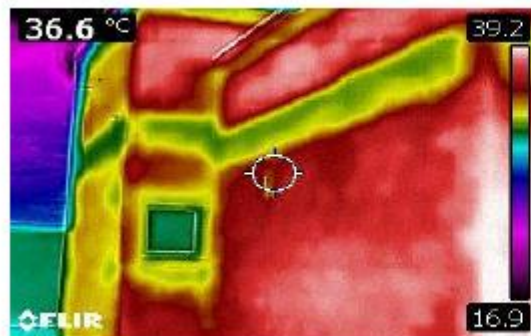


Figura 3 – Modelo do gradiente térmico do sistema

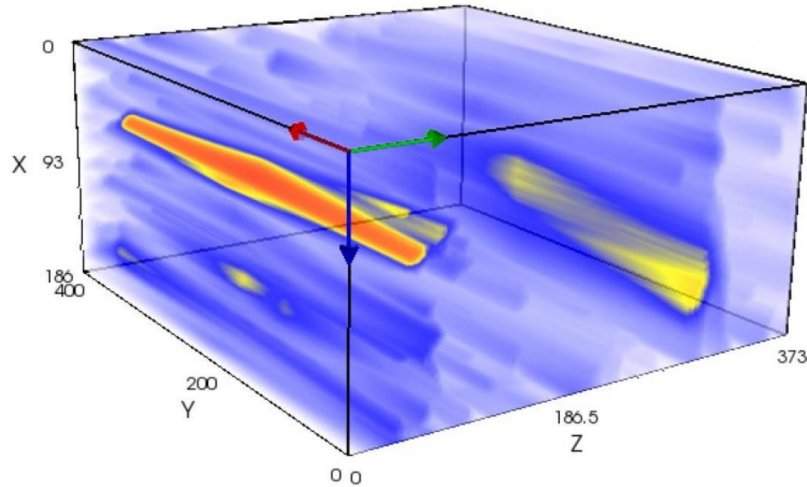
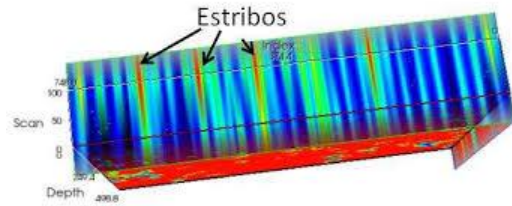
RECOMENDAÇÃO PATOLÓGICA



Celular Caterpillar S60 - 4.7 Polegadas - Dual-Sim - 32gb - 4g LTE - Preto
R\$ 2.689,90

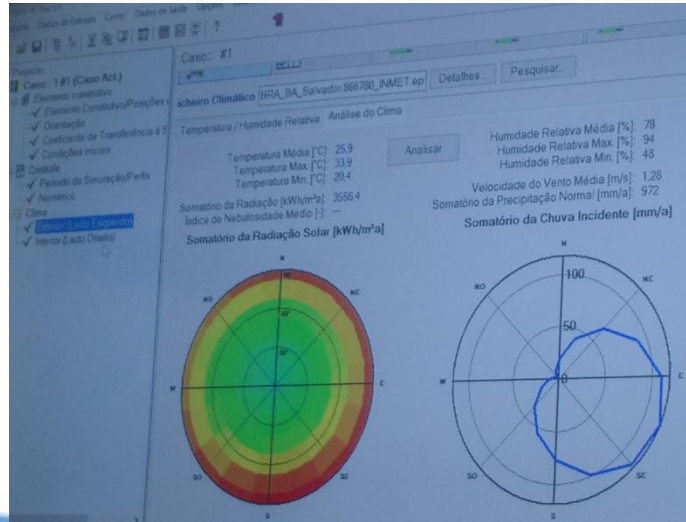


TOMOGRAFIA ULTRASSONICA



O comportamento higrotérmico reflete fenômenos de natureza térmica e relacionados à umidade, que influenciam e determinam o comportamento da fachada.

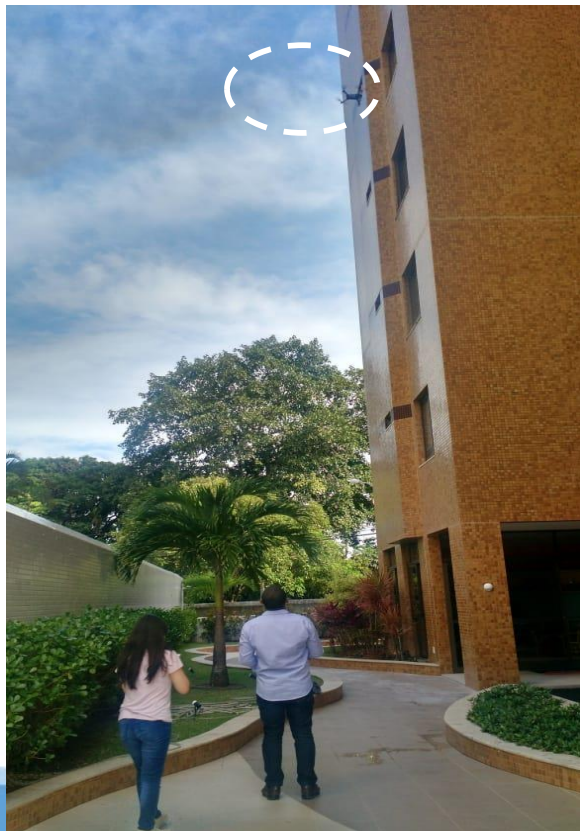
Propriedades básicas: massa específica, porosidade, capacidade térmica e permeabilidade ao vapor de água.
Software WUFI Pro 5.3.



✓ Solução adequada para situações:

- ❖ Condições de difícil acesso;
- ❖ Espaçamento entre edificações que não permitam um ângulo adequado de visualização;
- ❖ Visualização de condições de vizinhança.









IMG_9303



IMG_9304



IMG_9305



IMG_9306



IMG_9307



IMG_9308



IMG_9309



IMG_9310



IMG_9311



IMG_9312



IMG_9313



IMG_9314



IMG_9315



IMG_9316



IMG_9317



IMG_9318



IMG_9319



IMG_9320



IMG_9321



IMG_9322



IMG_9323



IMG_9324



IMG_9325



IMG_9326



IMG_9327





Foto 27a Infiltração na parede da sala de aula do Pavilhão de aulas / Campus Amargosa.



Foto 27b Infiltração na parede da sala de aula do Pavilhão de aulas / Campus Amargosa.

6.1 - Fungos identificados

⌘ *Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries, 1952

Descrição: Espécie extremamente cosmopolita, frequentemente isolada do solo, ar, material vegetal, tecidos, plásticos, revestimentos, derivados de petróleo. Envolvida com infecção humana subcutânea.

⌘ *Aspergillus niger* Van Tieghem, 1867

Descrição: Espécie encontrada em toda parte do mundo, frequentemente isolada do solo, ar, material vegetal, alimento. Fungo oportunista, envolvido com infecção do ouvido (otomicoses) e pulmonar alérgica.

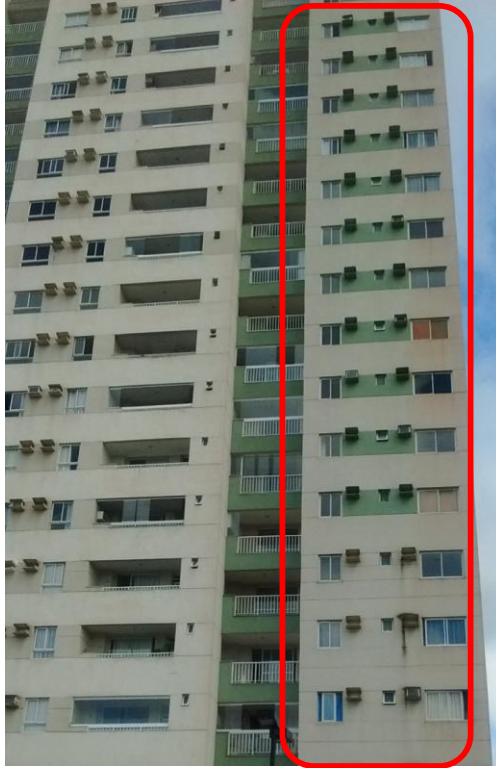
⌘ *Aspergillus flavus* Linnk ex Gray, 1821

Descrição: Espécie cosmopolita, frequentemente isolada do solo, ar, material vegetal. Fungo oportunista, envolvido com infecção pulmonar alérgica.

⌘ *Acremoniu kiliense* Grutz, 1925

Descrição: Espécie isolada no solo, nos esgotos, na vegetação e nos alimentos. Dissemina-se no ar. Tem sido também, envolvida com infecções cutâneas e sistêmicas nos seres humanos.





Orientação sudeste e zonas úmidas





OBRIGADO!

Francisco Gabriel S. Silva
Departamento de Construção e Estruturas
Escola Politécnica da UFBA
fgabriel.ufba@gmail.com

