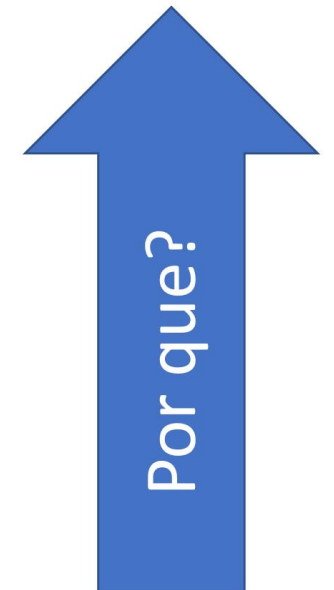
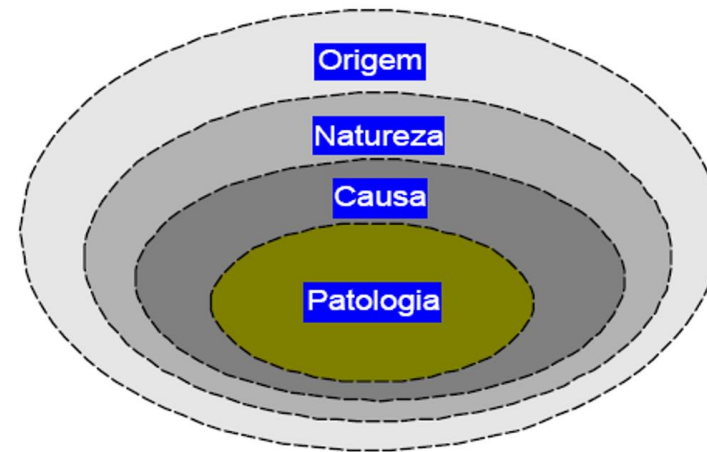


# ***Problemas Patológicos— Estudos de Casos***

**Grupo Tecnologia e Gestão da Produção  
na Construção Civil**

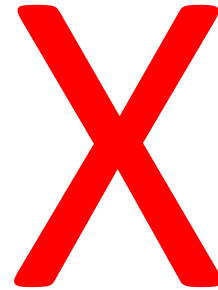
# Patologia x Desempenho

- Qual é o problema?
- O que causou?
- Qual o prognóstico?
- Quem é o responsável pelo problema?
- Há necessidade de intervenção?
- Qual a melhor intervenção?



# Problemas Patológicos

Propriedades dos  
materiais,  
componentes e  
sistemas



Condições de  
uso e  
manutenção

- O desempenho esperado na situação
- Especificações e detalhes de projeto
- Tipo de agentes de degradação
- A intensidade do agente de degradação

# Patologias em Concretos – Normalização

Adobe Reader - [Nbr 6118 - Projeto De Estruturas De Concreto Armado.pdf]

File Edit View Document Tools Window Help

Search Web

58%

Upgrade to Acrobat. Click Here

Edição Anterior – NBR0118:1980

ABNT

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Sede:  
Rio de Janeiro  
Av. Trecho de Melo, 1302º andar  
CEP: 20003-900 - Caixa Postal 1890  
Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: FALCO (21) 3074-2300  
Fax: (21) 2240-4240/2220-8438  
Endereço eletrônico:  
www.abnt.org.br

Copyright © 2003  
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
Printed in Brazil  
Impresso no Brasil  
Todos os direitos reservados

MAR 2003

**NBR 6118**

**Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**

Origem: Projeto NBR 6118:2001  
ABNT/CB-02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil  
CE-02:124.15 - Comissão de Estudo de Estruturas de Concreto Simples, Armado e Protendido  
NBR 6118 - Design of structural concrete - Procedure  
Descriptors: Design, Structural, Plain concrete, Reinforced concrete, Prestressed concrete, Concrete  
Esta Norma cancela e substitui as NBR 6119:1980 e NBR 7197:1989  
Esta Norma substitui a NBR 6118:1980  
**Válida a partir de 30.03.2004**

Palavras-chave: Projeto, Estrutura, Concreto simples, Concreto armado, Concreto protendido

170 páginas

Sumário

- Prefácio
- 0 Introdução
- 1 Objeto
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Simbologia
- 5 Requisitos gerais de qualidade da estrutura e avaliação da conformidade do projeto
- 6 Diretrizes para durabilidade das estruturas de concreto
- 7 Critérios de projeto que visam a durabilidade
- 8 Propriedades dos materiais
- 9 Comportamento conjunto dos materiais
- 10 Segurança e estados limites
- 11 Ações
- 12 Resistências
- 13 Limites para dimensões, deslocamentos e abertura de fissuras
- 14 Análise estrutural
- 15 Instabilidade e efeitos de segunda ordem
- 16 Princípios gerais de dimensionamento, verificação e detalhamento
- 17 Dimensionamento e verificação de elementos lineares
- 18 Detalhamento de elementos lineares
- 19 Dimensionamento e verificação de lajes
- 20 Detalhamento de lajes
- 21 Regiões especiais
- 22 Elementos especiais
- 23 Ações dinâmicas e fadiga
- 24 Concreto simples
- 25 Interfaces do projeto com a construção, utilização e manutenção

ANEXOS

- A Efeito do tempo no concreto estrutural
- B Índice geral
- C Índice de figuras e tabelas
- D Índice remissivo

Iniciar

Incoming

Concreto - definiçõ...

Dosagem de Concr...

Nbr 6118 - Projeto ...

3:15 PM

# Patologias em Concretos – Normalização

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 <sup>1), 2)</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>1)</sup>	Grande
		Industrial <sup>1), 2)</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>1), 3)</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>1)</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>2)</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

<sup>3)</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

# Patologias em Concretos – Normalização

Tabela 6: – Classes e fatores de agressividade ao concreto (NBR 6118)

Agressividade		Risco de Deterioração da estrutura	Fatores de agressividade					
Classe	Denominação		pH	CO <sub>2</sub> agressivo mg/L	Amônia NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	Magnésia Mg <sup>2+</sup> mg/L	Sulfato SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sólidos dissolvidos mg/L
I	Fraca	Insignificante	> 6,0	< 20	< 100	< 150	< 400	> 150
II	Média	Pequeno	5,9 - 5,1	20 - 30	100 - 150	150 - 250	400 - 700	150 - 50
III	Forte	Grande	5,0 - 4,5	30 - 100	150 - 250	250 - 500	700 - 1500	< 50
IV	Muito forte	Elevado	< 4,5	> 100	> 250	> 500	> 1500	< 50

1. Para solos, faz-se a análise do extrato aquoso;
2. Água em movimento, temperatura acima de 30°C ou solo agressivo muito permeável - aumentar de um grau a classe de agressividade;
3. Ação física superficial como abrasão e cavitação, aumentam a velocidade de ataque químico.

# Patologias em Concretos – Normalização

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 (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 NBR 12655.					
2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.					
3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

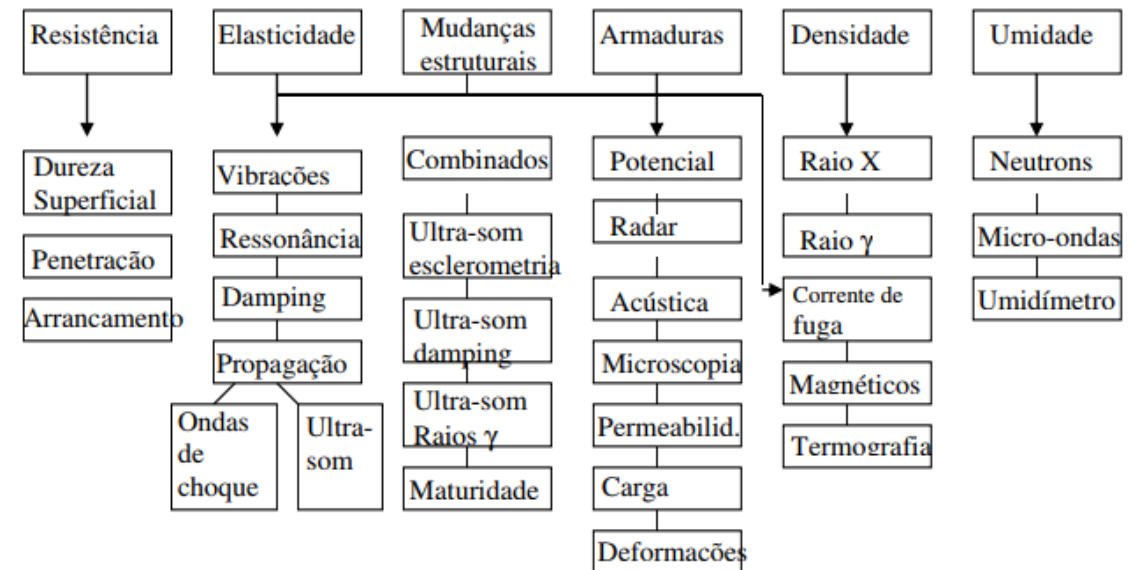
**7.4.2** Ensaios comprobatórios de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e nível de agressividade previsto em projeto devem estabelecer os parâmetros mínimos a serem atendidos. Na falta destes e devido à existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento, a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade, permite-se adotar os requisitos mínimos expressos na tabela 7.1.

# Patologia x Desempenho

- Estéticos
- Funcionais
- Estruturais



## testes e ensaios



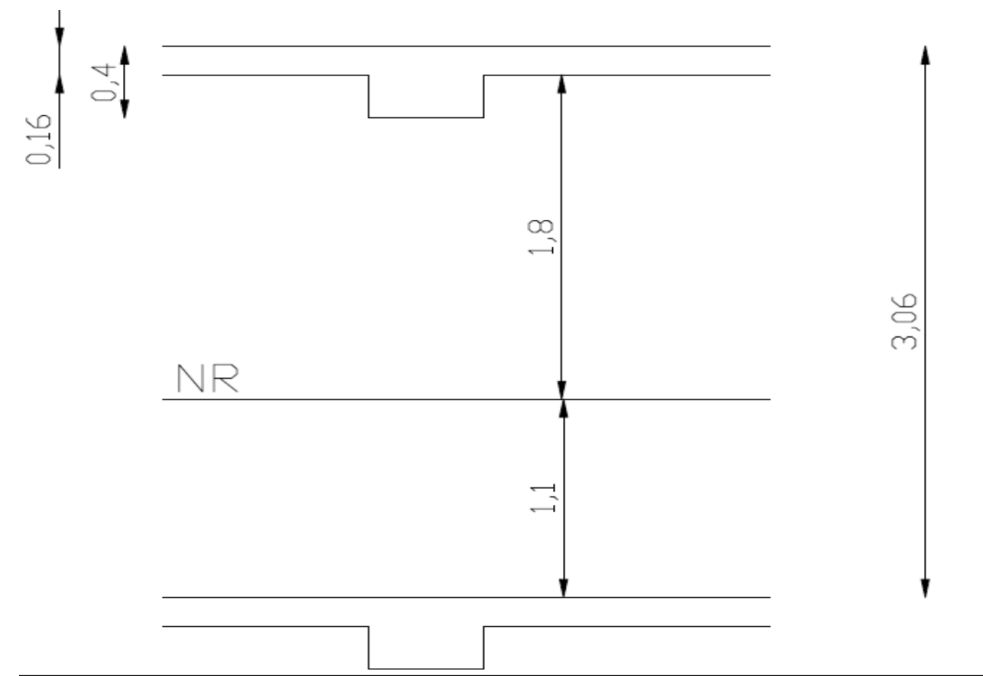


# Caso I - Estrutural



Durante a execução da alvenaria percebeu-se a necessidade de uma espessura grande de argamassa no centro das lajes  
Panos de 10m x 8,8m

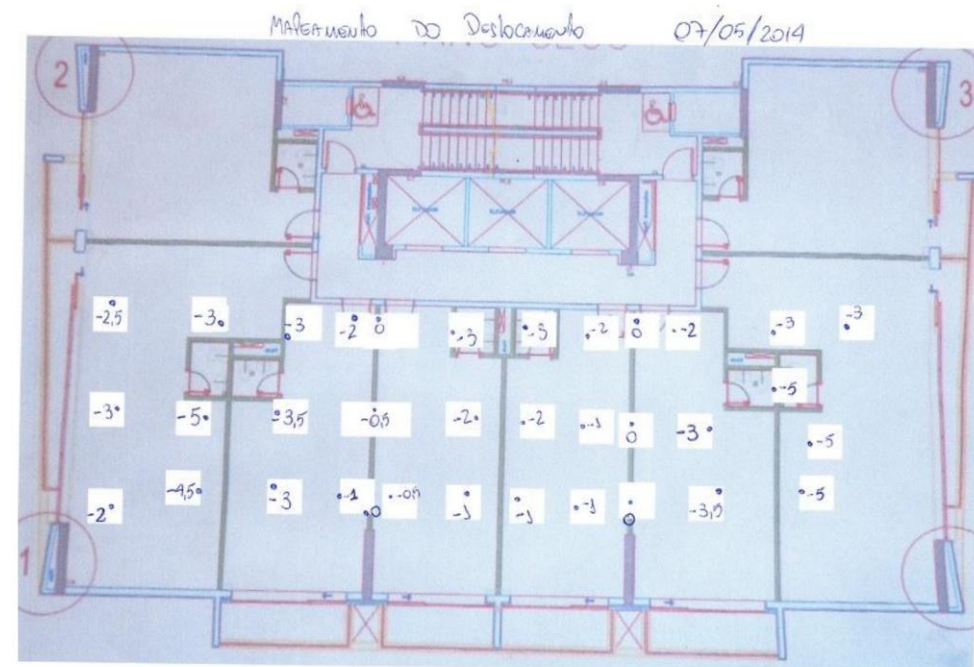
# Caso I - Estrutural



Medições in loco com nível laser

Deformação no centro = 3,5cm

Comparar com a NBR 6118 =  $l/500 = 1,7\text{cm}$



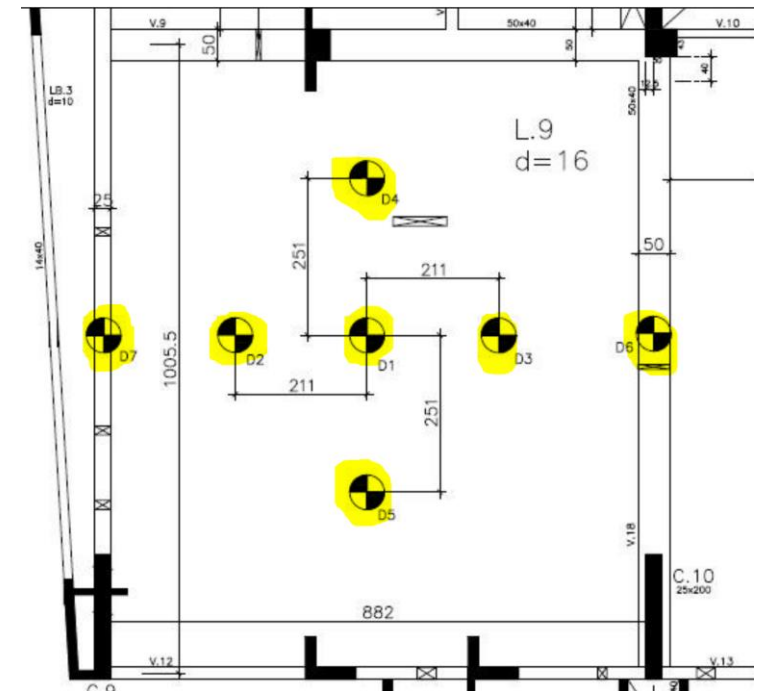
# Caso I - Estrutural



Figura 11 - Muretas para Dividir as Piscinas na Laje (Acervo da pesquisa, 2014).



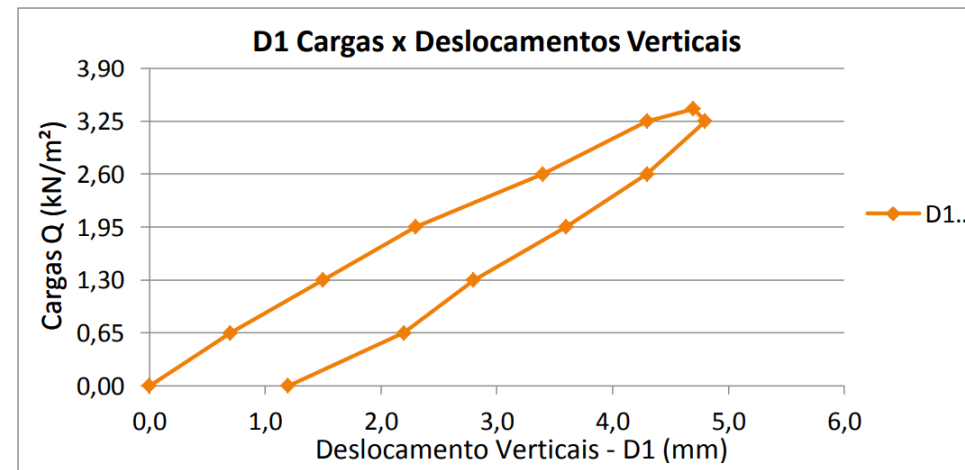
A laje foi carregada gradualmente, com incrementos de carga iguais a  $0,65 \text{ kN/m}^2$  ( $65 \text{ kgf/m}^2$ ), e seria carregada até a carga máxima prevista em projeto, isto é,  $3,80 \text{ kN/m}^2$  ( $380 \text{ kgf/m}^2$ ).



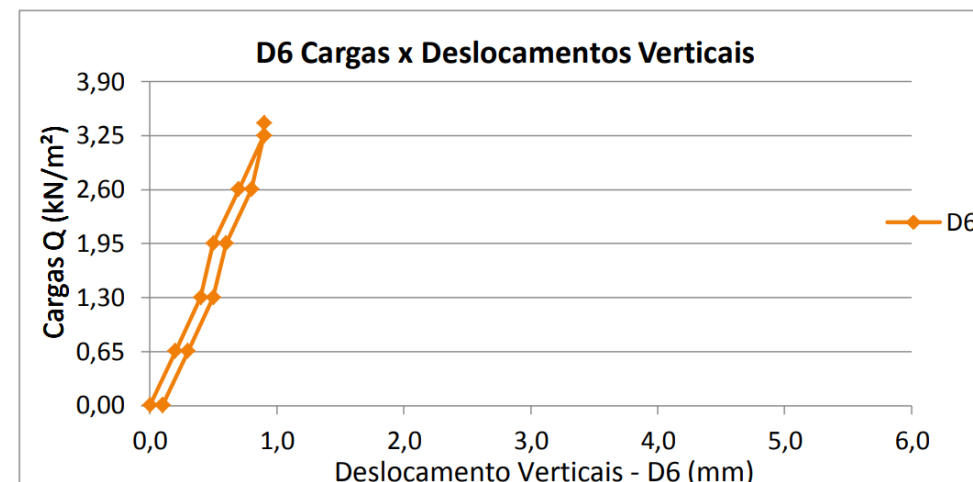
# Caso I - Estrutural

Tabela 1 - Indicação do carregamento e deslocamento.

Evento	Carga Q( kN/m <sup>2</sup> )	Deslocamentos Verticais						
		d (mm)						
		d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7
Carregamento	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,65	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,2	0,1
	1,30	1,5	1,0	1,1	1,1	0,9	0,4	0,2
	1,95	2,3	1,6	1,8	1,6	1,5	0,5	0,2
	2,60	3,4	2,4	2,6	2,4	2,3	0,7	0,4
	3,25	4,3	2,7	3,3	3,1	2,8	0,9	0,5
	3,40	4,7	3,2	3,6	3,0	3,0	0,9	0,5
	3,25	4,8	3,2	3,6	3,6	3,0	0,9	0,5
	2,60	4,3	2,9	3,2	3,2	2,7	0,8	0,4
	1,95	3,6	2,4	2,6	2,6	2,2	0,6	0,3
	1,30	2,8	1,8	2,0	2,1	1,6	0,5	0,2
	0,65	2,2	1,4	1,4	1,5	1,2	0,3	0,2
0,00	1,2	0,7	0,7	0,9	0,6	0,1	0,1	
Descarregamento	0,00	1,2	0,7	0,7	0,9	0,6	0,1	0,1
	0,00	1,2	0,7	0,7	0,9	0,6	0,1	0,1
	0,00	1,2	0,7	0,7	0,9	0,6	0,1	0,1



*Centro do vão*



*Na viga 18*

# Caso I – Estrutural – levantamento de subsídios

CONTROLE DE QUALIDADE DO CONCRETO - NBR 12655:2006									
AMOSTRAGEM DO CONCRETO									
DATA	fck(Mpa)	Cons. (kg/m³)	ABAT. TEÓRICO(mm)	Dmax. (mm)	LANÇAMENTO	FORNECEDOR			
18/02/2014	30,0		100 +/- 20	19,0	BOMBEADO	ENGEMIX			
ENSAIO DE ABATIMENTO E COMPRESSÃO AXIAL									
Série n°	HORÁRIOS		NOTA FISCAL n°	BT n°	ABAT. mm	IDADE	DATA DE RUPTURA	RESISTÊNCIA (MPa)	LOCAL DE APLICAÇÃO
353	06:01	08:15	84.395	3021	115	7 D	25/02/2014	38,8	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	50,4 49,3	
354	07:00	08:50	84.398	2990	110	7 D	25/02/2014	39,5	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	48,9 47,8	
355	07:16	09:10	84.400	2871	115	7 D	25/02/2014	40,2	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	52,1 51,0	
356	07:28	09:28	84.401	2912	110	7 D	25/02/2014	40,9	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	52,4 50,2	
357	08:09	10:20	84.404	3026	120	7 D	25/02/2014	43,8	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	55,5 54,4	
358	09:22	10:24	84.410	2910	115	7 D	25/02/2014	43,8	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	54,9 52,5	
359	10:02	11:25	84.414	2908	110	7 D	25/02/2014	44,2	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	55,8 55,7	
360	10:10	11:40	84.415	3027	115	7 D	25/02/2014	44,3	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	56,7 54,9	
361	10:25	12:40	84.417	3023	105	7 D	25/02/2014	38,7	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	54,1 52,3	
362	10:59	13:05	84.421	2909	115	7 D	25/02/2014	43,3	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	58,0 56,4	
363	11:19	13:20	84.424	3025	115	7 D	25/02/2014	39,1	LAJE DO 10° PAVIMENTO
						28 D	18/03/2014	51,6 51,4	

AMOSTRAGEM DO CONCRETO							
LOCAL DE APLICAÇÃO: LAJE DO 10° PAVIMENTO							
DATA DA MOLDAGEM: 18/02/2014		DATA DO ENSAIO: 17/03/2015		IDADE: 28 dias			
fck=30,0 Mpa		USINA: VOTORANTIN		NOTA FISCAL N° 84.395			
TENSÃO PREVISTA: 47,5 Mpa		BASE DO EXTENSÔMETRO: 100 mm		SENSIBILIDADE: 0,00001 mm			
RESULTADOS OBTIDOS							
TENSÃO (Mpa)	CP 01		CP 02		CP 03		
	Deformação Específica (mm/mm x 10 <sup>-4</sup> )	Módulo de Deformação (Gpa)	Deformação Específica (mm/mm x 10 <sup>-4</sup> )	Módulo de Deformação (Gpa)	Deformação Específica (mm/mm x 10 <sup>-4</sup> )	Módulo de Deformação (Gpa)	
L0	0,5	-	-	0,1	-	-	
L0,2	9,5	2,8	32,0	2,9	31,4	2,9 31,1	
L0,3	14,3	4,5	30,6	4,7	29,9	4,6 30,0	
L0,4	19,0	6,2	29,9	6,4	29,1	6,4 29,3	
L0,5	23,8	8,0	29,3	8,2	28,4	8,2 28,7	
L0,6	28,5	9,8	28,7	10,1	27,8	10,1 27,9	
L0,7	33,3	11,8	27,9	12,3	26,8	12,2 26,9	
L0,8	38,0	14,0	26,9	14,7	25,6	14,8 25,5	
TENSÃO DE RUPTURA (Mpa)	48,1		50,4		49,2		
Esec(0,3fc) (Gpa)	30,6		29,9		30,0		
MÓDULO DE DEFORMAÇÃO MÉDIO CALCULADO (GPa)			30,2				

A pacometria confirmou que a armadura existente foi a especificada em projeto. Tanto em quantidade como em posicionamento

# Caso I – Estrutural – levantamento de subsídios

ELU - ARMADURA NEGATIVA						
APOIOS	VERIFICAÇÃO		PROJETO		REFORÇO ESTRUTURAL	
	M - (tfm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	M - (tfm)	As (cm <sup>2</sup> /m)	M - (tfm)	As (cm <sup>2</sup> /m)
L9 - L10	3,7	10,1 cm <sup>2</sup> = $\Phi$ 12,5 c/12	2,0	5,2 cm <sup>2</sup> = $\Phi$ 10,0 c/15	1,7	4,9 cm <sup>2</sup> = $\Phi$ 16,0 c/40
L10 - L11	3,7	10,1 cm <sup>2</sup> = $\Phi$ 12,5 c/12	2,0	5,2 cm <sup>2</sup> = $\Phi$ 10,0 c/15	1,7	4,9 cm <sup>2</sup> = $\Phi$ 16,0 c/40

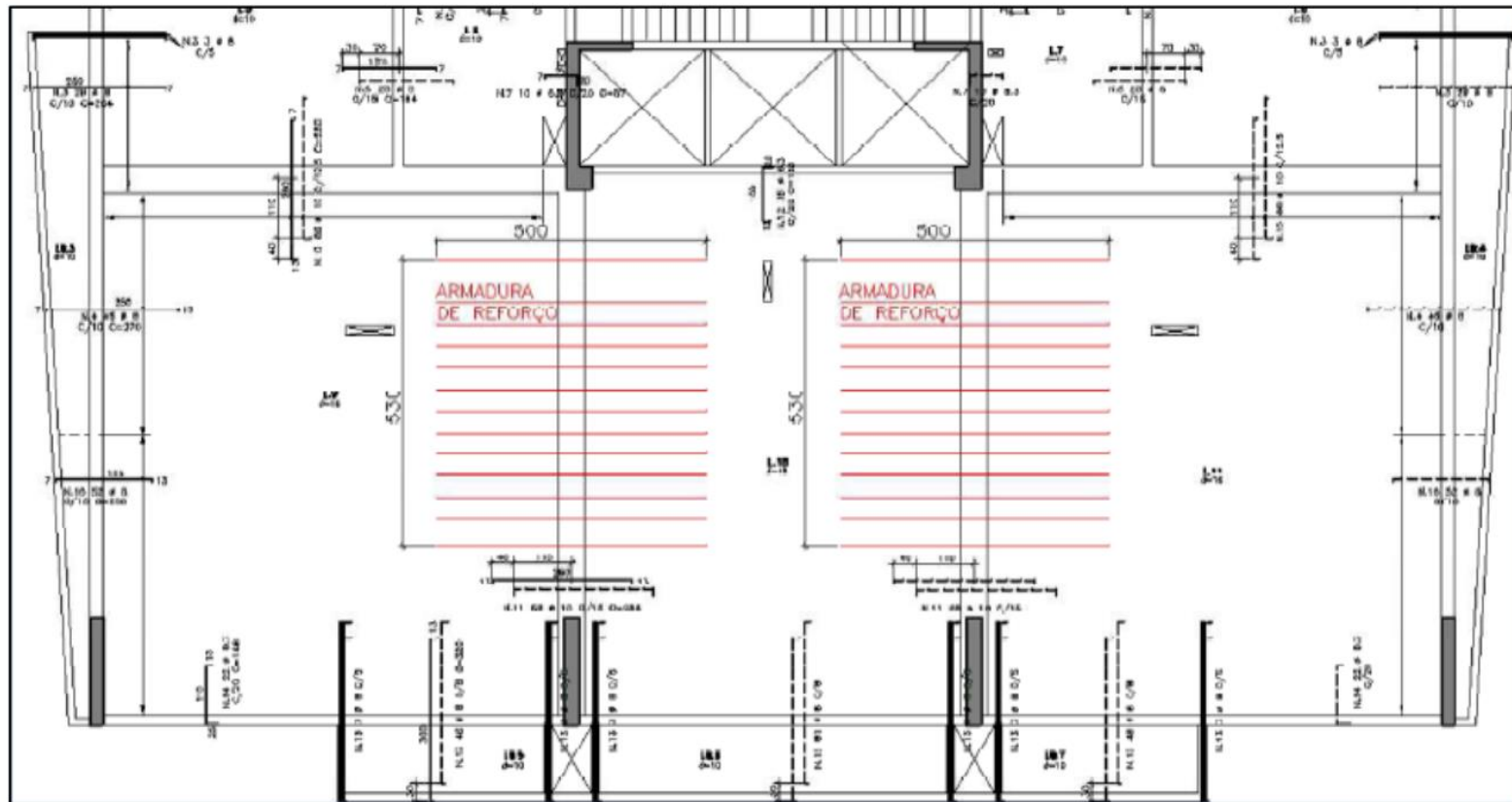


Figura 17 - Detalhe de reforço para momentos negativos (A) (B) (C) (D) (E) (F) (G) (H) (I) (J) (K) (L) (M) (N) (O) (P) (Q) (R) (S) (T) (U) (V) (W) (X) (Y) (Z) (AA) (AB) (AC) (AD) (AE) (AF) (AG) (AH) (AI) (AJ) (AK) (AL) (AM) (AN) (AO) (AP) (AQ) (AR) (AS) (AT) (AU) (AV) (AW) (AX) (AY) (AZ) (BA) (BB) (BC) (BD) (BE) (BF) (BG) (BH) (BI) (BJ) (BK) (BL) (BM) (BN) (BO) (BP) (BQ) (BR) (BS) (BT) (BU) (BV) (BW) (BX) (BY) (BZ) (CA) (CB) (CC) (CD) (CE) (CF) (CG) (CH) (CI) (CJ) (CK) (CL) (CM) (CN) (CO) (CP) (CQ) (CR) (CS) (CT) (CU) (CV) (CW) (CX) (CY) (CZ) (DA) (DB) (DC) (DD) (DE) (DF) (DG) (DH) (DI) (DJ) (DK) (DL) (DM) (DN) (DO) (DP) (DQ) (DR) (DS) (DT) (DU) (DV) (DW) (DX) (DY) (DZ) (EA) (EB) (EC) (ED) (EE) (EF) (EG) (EH) (EI) (EJ) (EK) (EL) (EM) (EN) (EO) (EP) (EQ) (ER) (ES) (ET) (EU) (EV) (EW) (EX) (EY) (EZ) (FA) (FB) (FC) (FD) (FE) (FF) (FG) (FH) (FI) (FJ) (FK) (FL) (FM) (FN) (FO) (FP) (FQ) (FR) (FS) (FT) (FU) (FV) (FW) (FX) (FY) (FZ) (GA) (GB) (GC) (GD) (GE) (GF) (GG) (GH) (GI) (GJ) (GK) (GL) (GM) (GN) (GO) (GP) (GQ) (GR) (GS) (GT) (GU) (GV) (GW) (GX) (GY) (GZ) (HA) (HB) (HC) (HD) (HE) (HF) (HG) (HH) (HI) (HJ) (HK) (HL) (HM) (HN) (HO) (HP) (HQ) (HR) (HS) (HT) (HU) (HV) (HW) (HX) (HY) (HZ) (IA) (IB) (IC) (ID) (IE) (IF) (IG) (IH) (II) (IJ) (IK) (IL) (IM) (IN) (IO) (IP) (IQ) (IR) (IS) (IT) (IU) (IV) (IW) (IX) (IY) (IZ) (JA) (JB) (JC) (JD) (JE) (JF) (JG) (JH) (JI) (JJ) (JK) (JL) (JM) (JN) (JO) (JP) (JQ) (JR) (JS) (JT) (JU) (JV) (JW) (JX) (JY) (JZ) (KA) (KB) (KC) (KD) (KE) (KF) (KG) (KH) (KI) (KJ) (KK) (KL) (KM) (KN) (KO) (KP) (KQ) (KR) (KS) (KT) (KU) (KV) (KW) (KX) (KY) (KZ) (LA) (LB) (LC) (LD) (LE) (LF) (LG) (LH) (LI) (LJ) (LK) (LM) (LN) (LO) (LP) (LQ) (LR) (LS) (LT) (LU) (LV) (LW) (LX) (LY) (LZ) (MA) (MB) (MC) (MD) (ME) (MF) (MG) (MH) (MI) (MJ) (MK) (ML) (MN) (MO) (MP) (MQ) (MR) (MS) (MT) (MU) (MV) (MW) (MX) (MY) (MZ) (NA) (NB) (NC) (ND) (NE) (NF) (NG) (NH) (NI) (NJ) (NK) (NL) (NM) (NO) (NP) (NQ) (NR) (NS) (NT) (NU) (NV) (NW) (NX) (NY) (NZ) (OA) (OB) (OC) (OD) (OE) (OF) (OG) (OH) (OI) (OJ) (OK) (OL) (OM) (ON) (OO) (OP) (OQ) (OR) (OS) (OT) (OU) (OV) (OW) (OX) (OY) (OZ) (PA) (PB) (PC) (PD) (PE) (PF) (PG) (PH) (PI) (PJ) (PK) (PL) (PM) (PN) (PO) (PP) (PQ) (PR) (PS) (PT) (PU) (PV) (PW) (PX) (PY) (PZ) (QA) (QB) (QC) (QD) (QE) (QF) (QG) (QH) (QI) (QJ) (QK) (QL) (QM) (QN) (QO) (QP) (QQ) (QR) (QS) (QT) (QU) (QV) (QW) (QX) (QY) (QZ) (RA) (RB) (RC) (RD) (RE) (RF) (RG) (RH) (RI) (RJ) (RK) (RL) (RM) (RN) (RO) (RP) (RQ) (RR) (RS) (RT) (RU) (RV) (RW) (RX) (RY) (RZ) (SA) (SB) (SC) (SD) (SE) (SF) (SG) (SH) (SI) (SJ) (SK) (SL) (SM) (SN) (SO) (SP) (SQ) (SR) (SS) (ST) (SU) (SV) (SW) (SX) (SY) (SZ) (TA) (TB) (TC) (TD) (TE) (TF) (TG) (TH) (TI) (TJ) (TK) (TL) (TM) (TN) (TO) (TP) (TQ) (TR) (TS) (TT) (TU) (TV) (TW) (TX) (TY) (TZ) (UA) (UB) (UC) (UD) (UE) (UF) (UG) (UH) (UI) (UJ) (UK) (UL) (UM) (UN) (UO) (UP) (UQ) (UR) (US) (UT) (UU) (UV) (UW) (UX) (UY) (UZ) (VA) (VB) (VC) (VD) (VE) (VF) (VG) (VH) (VI) (VJ) (VK) (VL) (VM) (VN) (VO) (VP) (VQ) (VR) (VS) (VT) (VU) (VV) (VW) (VX) (VY) (VZ) (WA) (WB) (WC) (WD) (WE) (WF) (WG) (WH) (WI) (WJ) (WK) (WL) (WM) (WN) (WO) (WP) (WQ) (WR) (WS) (WT) (WU) (WV) (WW) (WX) (WY) (WZ) (XA) (XB) (XC) (XD) (XE) (XF) (XG) (XH) (XI) (XJ) (XK) (XL) (XM) (XN) (XO) (XP) (XQ) (XR) (XS) (XT) (XU) (XV) (XW) (XX) (XY) (XZ) (YA) (YB) (YC) (YD) (YE) (YF) (YG) (YH) (YI) (YJ) (YK) (YL) (YM) (YN) (YO) (YP) (YQ) (YR) (YS) (YT) (YU) (YV) (YW) (YX) (YZ) (ZA) (ZB) (ZC) (ZD) (ZE) (ZF) (ZG) (ZH) (ZI) (ZJ) (ZK) (ZL) (ZM) (ZN) (ZO) (ZP) (ZQ) (ZR) (ZS) (ZT) (ZU) (ZV) (ZW) (ZX) (ZY) (ZZ)

# Caso I – Estrutural – levantamento de subsídios



# Caso II

Problema: Manchamento na fachada de edifício com maior intensidade nas juntas de assentamento do alvenaria

- **EDIFÍCIO ESTUDADO**

O edifício estudado pertence à um condomínio residencial chamado Império Brasileiro, localizado no município de Mauá, SP. Construído em alvenaria estrutural com blocos de concreto, há mais de 20 anos.





# Caso II - revestimentos

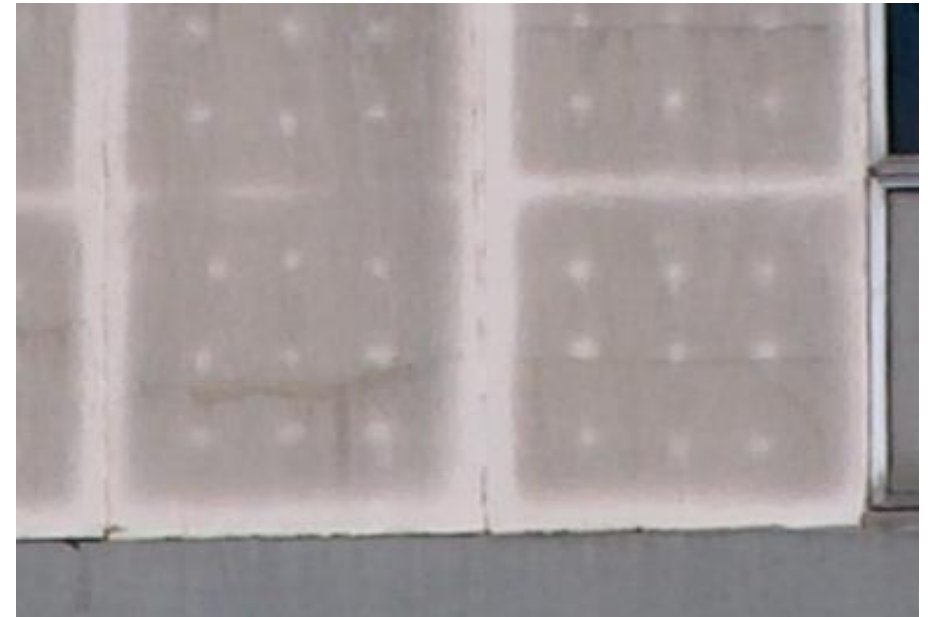
## Possibilidades:

Deposição de partículas de poluição ou crescimento de microorganismos



*Figure 4* Typical pattern (in Europe often called “leopard pattern”) caused by the formation of fungi or algae on EIFS as a result of exterior condensation.

Kunzel (2007)



# Caso II

- **ANAMNESE**

- Revestimento em camada única;
- A manifestação nunca foi tratada isoladamente;
- Surgimento da manifestação patológica 5 anos após a construção;
- Pinturas frequentes devido a recorrência do problema.



- **VISTORIA NO LOCAL**

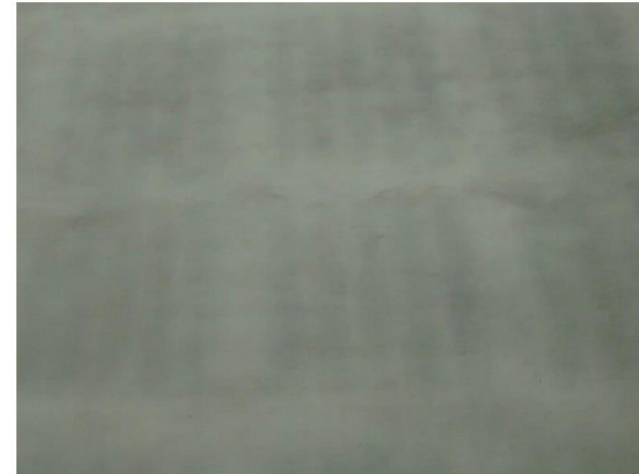
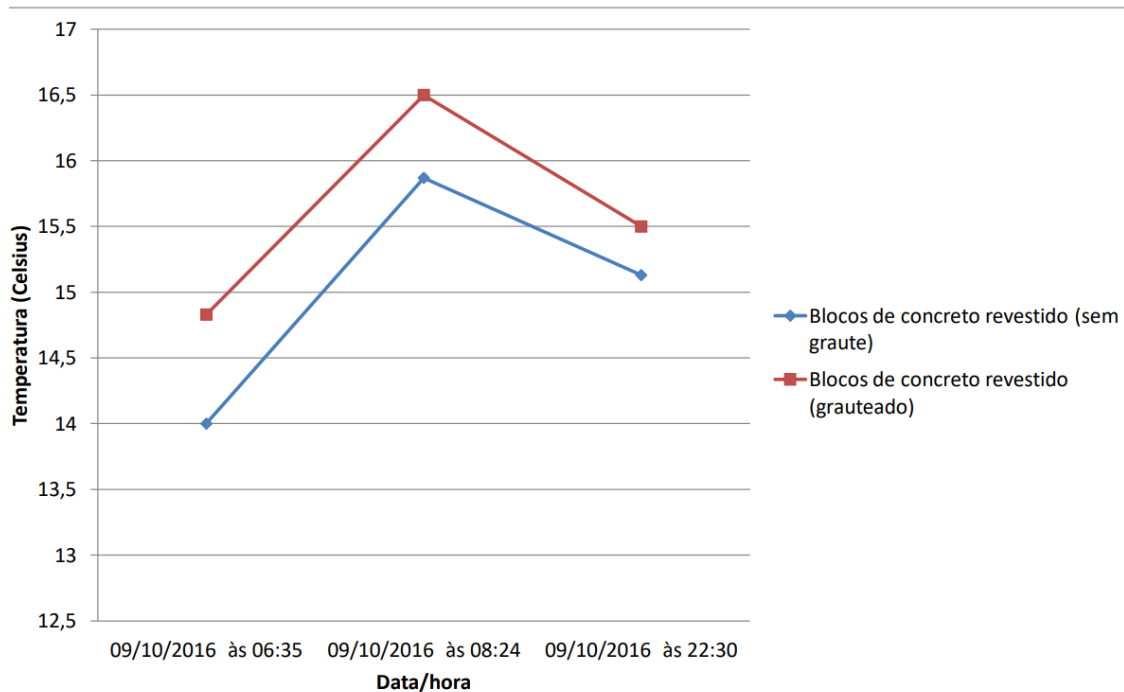


Foto: Estrutura bem marcada, permitindo a visualização do desenho do material de vedação.

# Caso II



Dada a Temperatura do ar  $T$  (°C) e a Umidade Relativa  $UR$  (%), é possível obter a temperatura do ponto de orvalho, pela equação:

$$T_o = T - (14,55 + 0,114 \times T) \times [1 - (0,01 \times UR)] - \{(2,5 + 0,007 \times T) \times [1 - (0,01 \times UR)]\}^3 - (15,9 + 0,117 \times T) \times [1 - (0,01 \times UR)]^{14}$$

## LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

- Coleta de dados

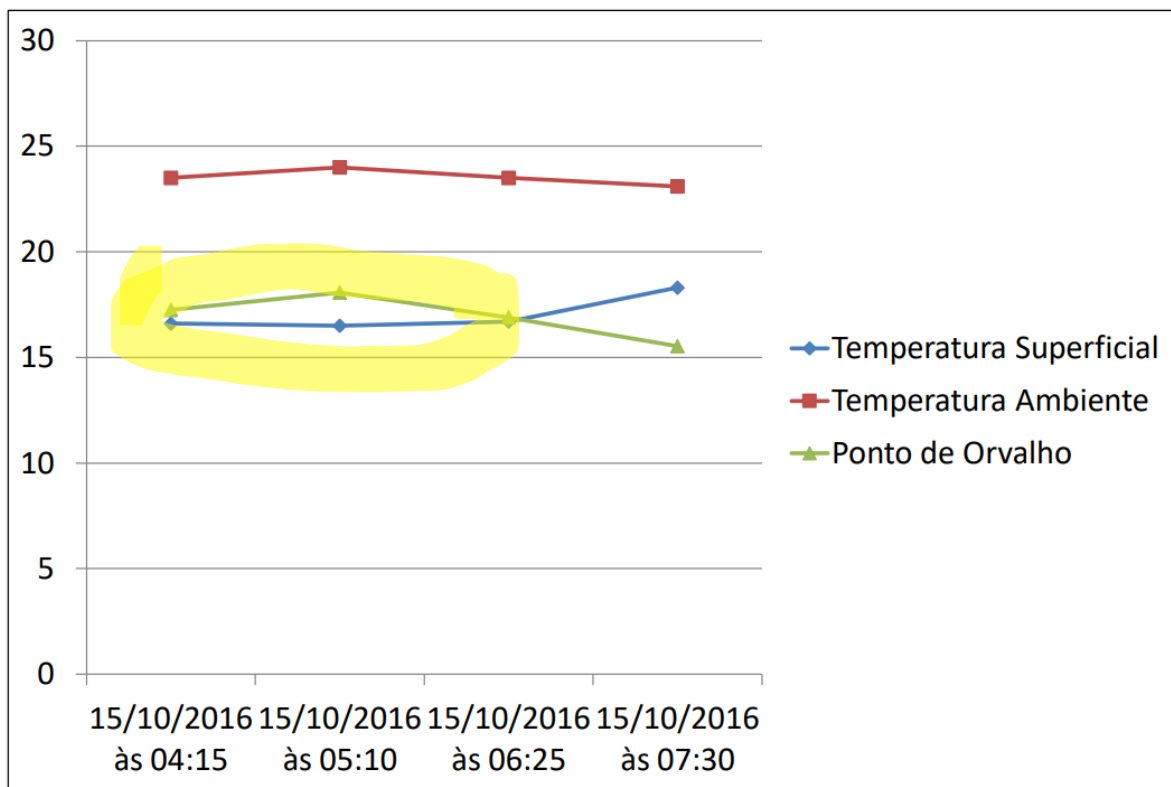


Data/hora	Temperatura Superficial (°C)	Temperatura Ambiente (°C)	Umidade (%)	Ponto de Orvalho (°C)
15/10/2016 às 04:15	16,6	23,5	0,68	17,25
15/10/2016 às 05:10	16,5	24,0	0,69	18,08
15/10/2016 às 06:25	16,7	23,5	0,66	16,90
15/10/2016 às 07:30	18,3	23,1	0,62	15,54

# Caso II

## Ocorrência de Condensação

Indicação de ocorrência de condensação sobre região da fachada no período de 4:15 às 06:25 do dia 15/10/2016



A água decorrente da condensação superficial é absorvida pela alvenaria que aumenta o teor de umidade e o tempo de molhamento (do inglês *time of wetness*) o que facilita o crescimento de microorganismos

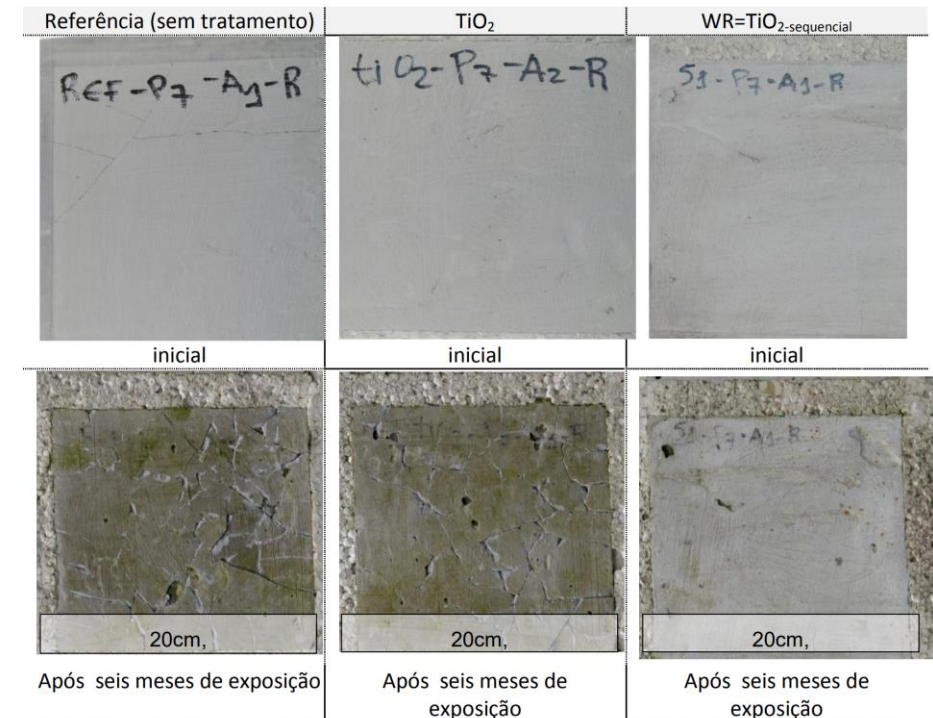
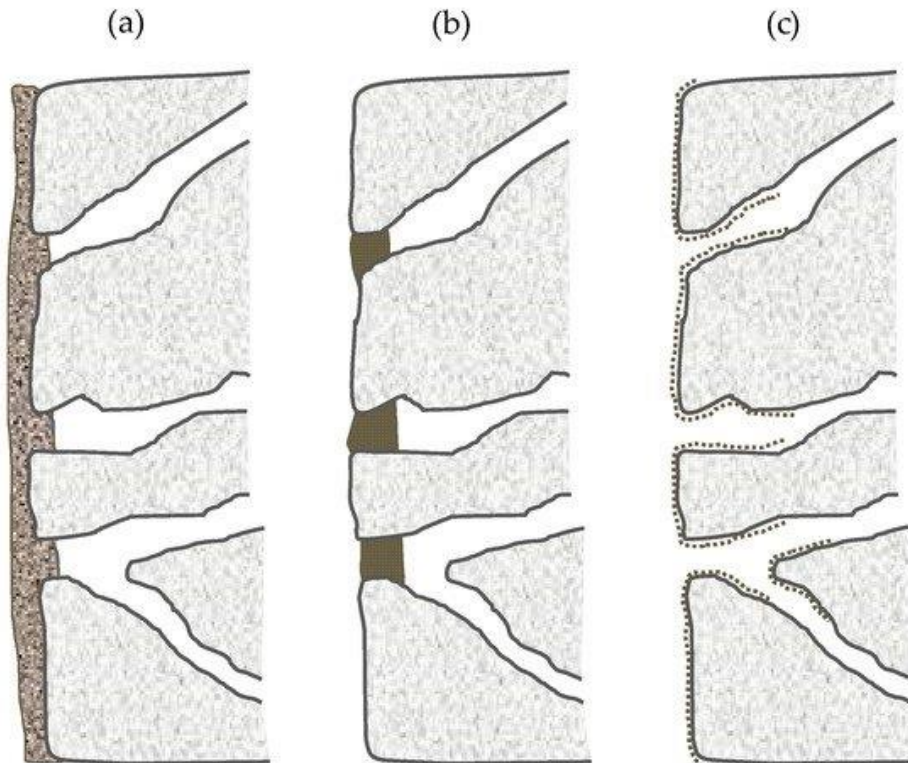
Dada a Temperatura do ar  $T$  (°C) e a Umidade Relativa  $UR$  (%), é possível obter a temperatura do ponto de orvalho, pela equação:

$$T_o = T - (14,55 + 0,114 \times T) \times [1 - (0,01 \times UR)] - \{(2,5 + 0,007 \times T) \times [1 - (0,01 \times UR)]\}^3 - (15,9 + 0,117 \times T) \times [1 - (0,01 \times UR)]^{14}$$

# Caso II

## Terapia:

- Tratar a fachada com material hidrofugante que não criar uma película superficial (à base de silicone) e com propriedades fotocatalíticas



# Caso II

## Terapia:

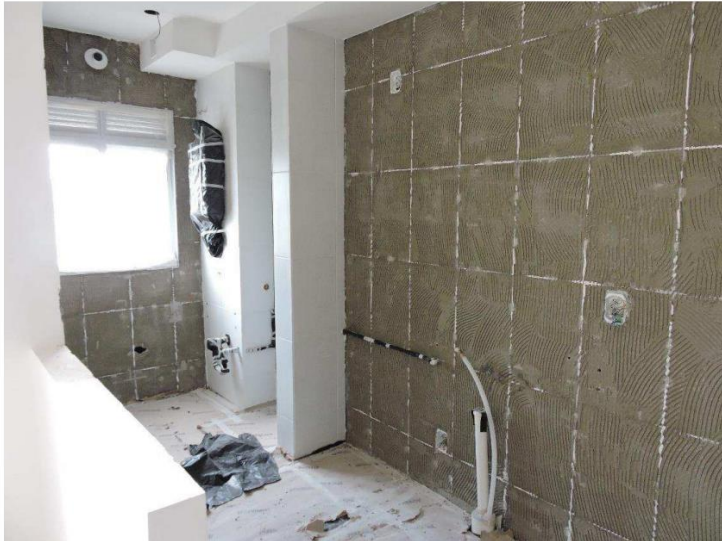
- Alterar a cor superficial por outra que absorva mais energia durante o dia



# Caso III – Funcional



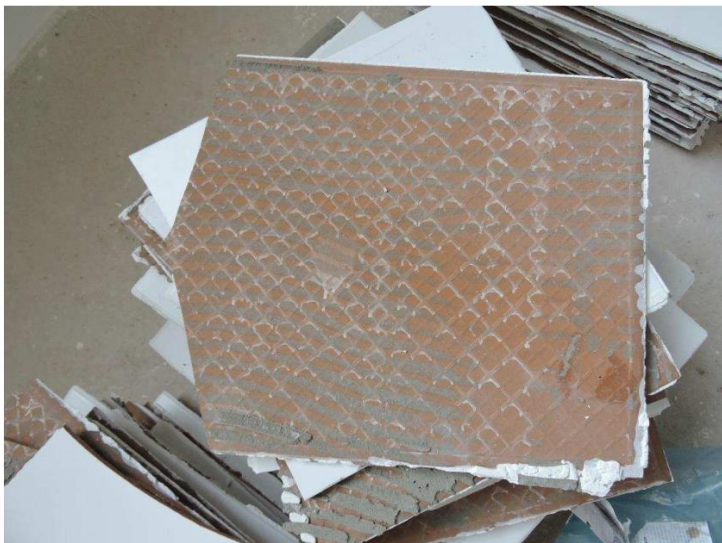
# Caso III – Funcional



Situação idêntica às anteriores; fenômeno se repete de forma generalizada



Asas de material removido em decorrência de ruptura entre o revestimento e a argamassa diante por solicitações posteriores ao assentamento: fato recorrente observado de forma generalizada



*Descolamento generalizados em revestimentos de piso e parede (alvenaria e concreto). Menos nos Shafts que são feitos com gesso acartonado*





# Caso III – Funcional



AGÊNCIA CBIC

04/09/2019

## Entrevista: Deslocamento cerâmico - Construção civil defende rápida resolução



A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) está atenta aos efeitos causados ao mercado imobiliário pela manifestação patológica generalizada, denominada **'deslocamento cerâmico'**.

No último dia 14 de agosto, o vice-presidente da Área de Inovação da CBIC e presidente da Comissão de Materiais, Tecnologia, Qualidade e Produtividade (Comat) da entidade, Dionyzo Antonio Martins Klavdianos, participou de fórum da cidade de Jaraguá do Sul, em Santa Catarina, para acompanhar a primeira audiência pública envolvendo construtora e

fabricante para tratar das suas respectivas responsabilidades referentes aos problemas acarretados pela utilização e posterior deslocamento de cerâmica no revestimento interno de alguns prédios da cidade catarinense.

Abrangência da Patologia		
Empresas	49	Unidades
Obras	157	Unidades
Cidades	66	Unidades
Estados	17	Unidades
Fornecedores	14	Unidades
Deslocamento Região Norte	165.487,75	Metro quadrado
Deslocamento Região Centro-Oeste	107.978,25	Metro quadrado
Deslocamento Região Sul	384.163,14	Metro quadrado
Deslocamento Região Sudeste	779.821,16	Metro quadrado
Deslocamento Região Nordeste	1.202.468,80	Metro quadrado
<b>Total de deslocamento</b>	<b>2.639.919,10</b>	<b>Metro quadrado</b>

## CASOS DE INSUCESSOS



Curitiba

Rio de Janeiro

São Paulo

# Caso III – Funcional



Figura 37 - Câmara úmida - lado externo



Figura 38 - Câmara úmida - lado interno

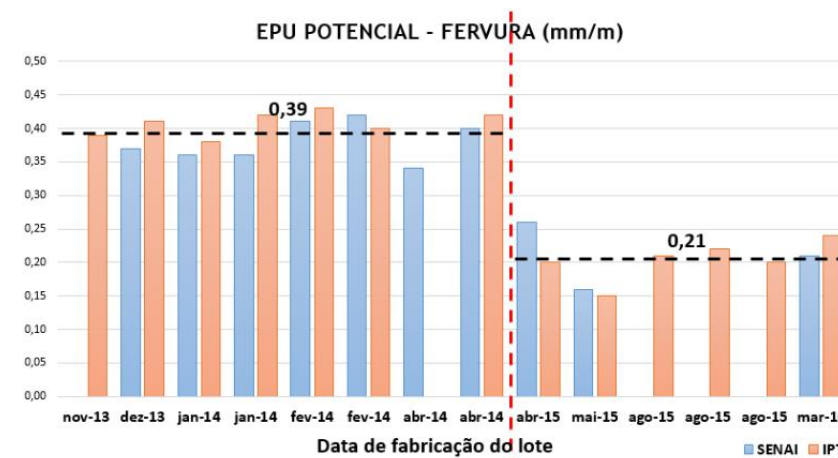


Gráfico 8 - Caracterização de placas cerâmicas - EPU potencial (fervura) - IPT e SENAI

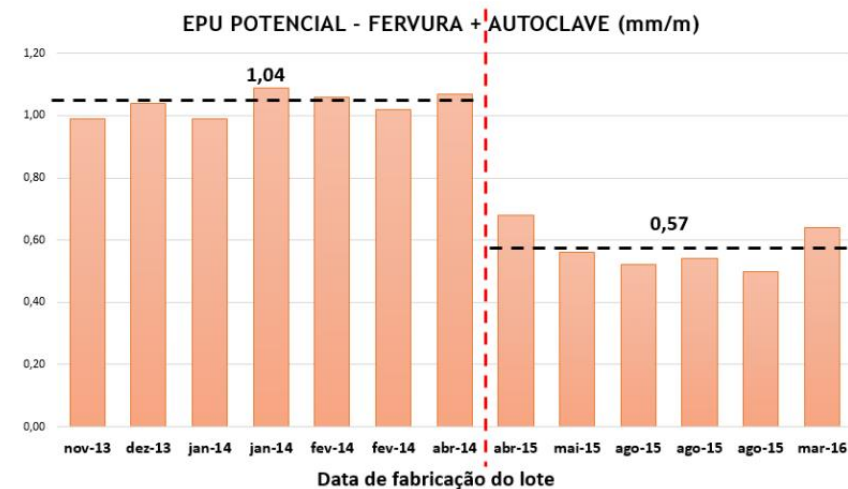
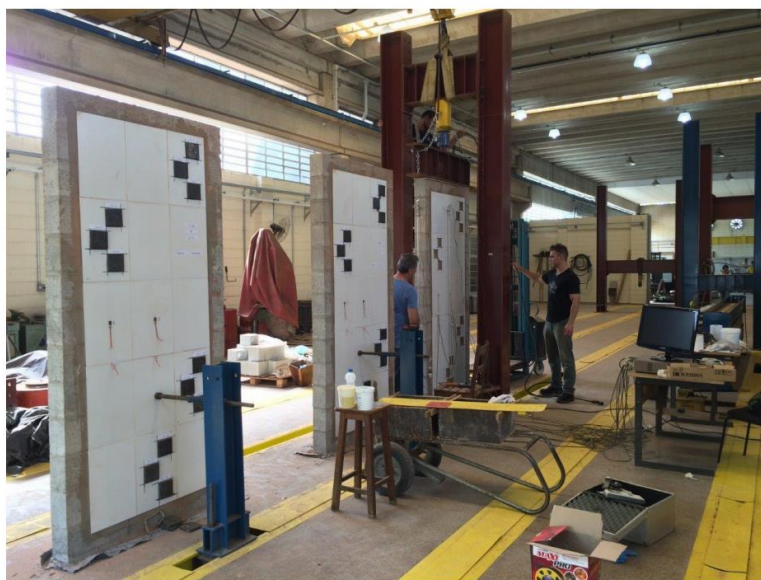
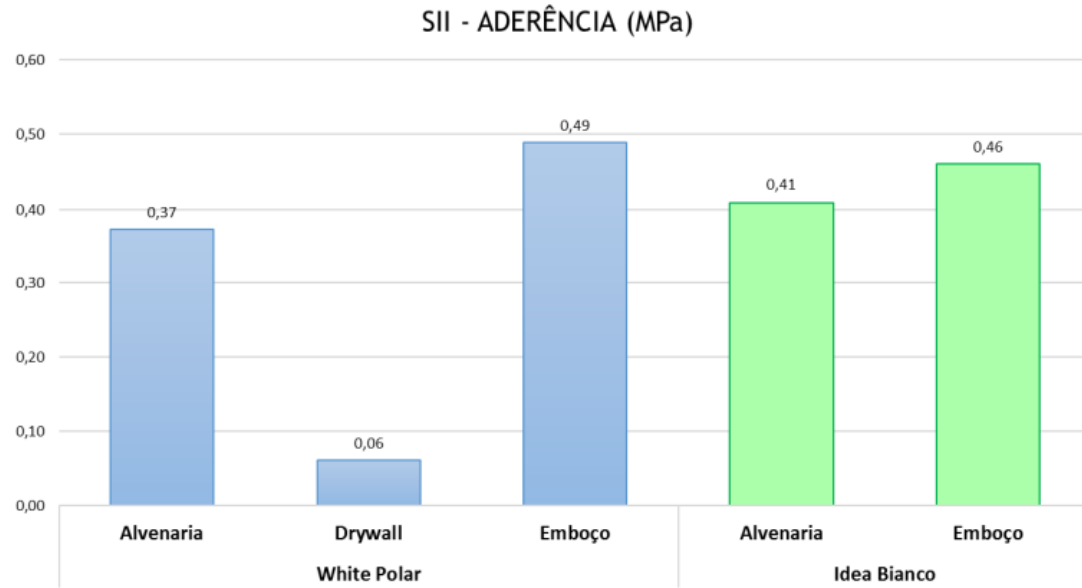
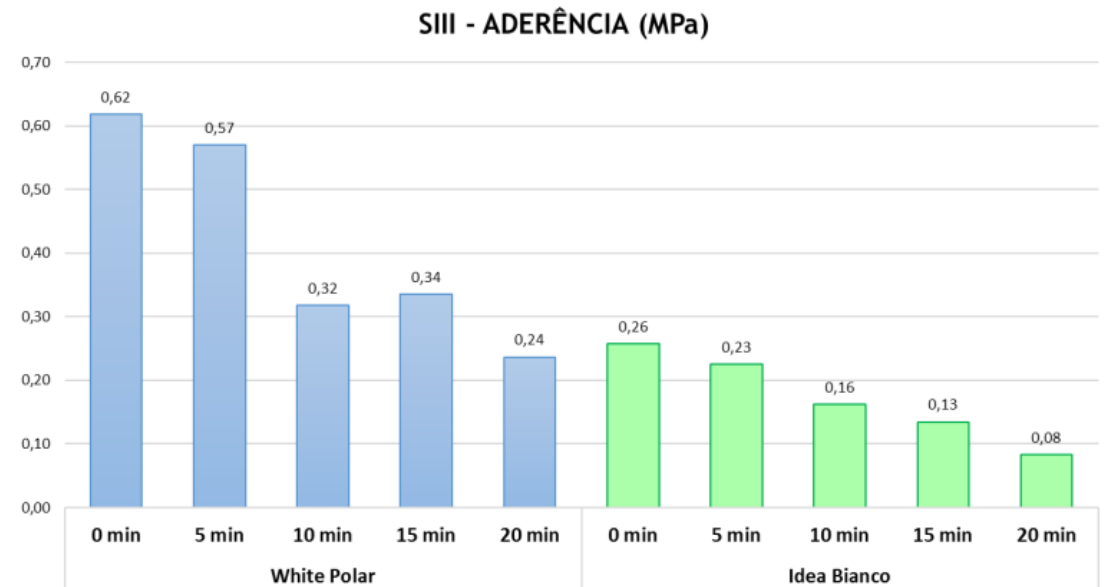


Gráfico 9 - Caracterização de placas cerâmicas - EPU potencial (fervura + autoclave) - IPT

# Caso III – Funcional



O gesso acartonado apresentou em menores resistência de aderência

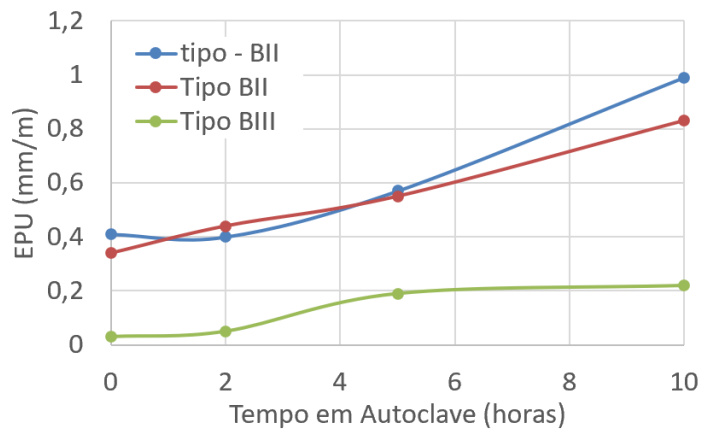


Tempo em aberto de 20 minutos reduziu em 70% a resistência de aderência

# Caso III – Funcional

## CASOS DE INSUCESSOS

- Atende a EPU pelo método da NBR 13818
- Apresenta valores mais elevado com autoclave
- Apresente EPU ocorrida abaixo próximo do normatizado



SENAI

RELATÓRIO Nº: 10/19NIL DATA: [REDACTED]  
 Produto: Placa cerâmica prensada esmaltada  
 Fabricante: NÃO DECLARADO Cod.: [REDACTED]  
 Cliente: [REDACTED]

DETERMINAÇÃO DA RETRAÇÃO DE REQUEIMA  
 ENSAIO REALIZADO CONFORME IT-LER-029  
 DATA DE REALIZAÇÃO: [REDACTED]

RESULTADOS:

VALORES INDIVIDUAIS

Corpo de Prova	Medida antes da requieima (Comprimento (mm))	Medida após requieima (Comprimento (mm))
01	101,86	101,85
02	100,91	100,90
03	101,05	101,05
04	98,86	98,85
05	101,23	101,22

SENAI

RELATÓRIO Nº: [REDACTED] DATA: [REDACTED]  
 Produto: Placa cerâmica prensada esmaltada  
 Fabricante: NÃO DECLARADO Cod.: [REDACTED]  
 Cliente: [REDACTED]

DETERMINAÇÃO DA RETRAÇÃO DE REQUEIMA  
 ENSAIO REALIZADO CONFORME IT-LER-029  
 DATA DE REALIZAÇÃO: [REDACTED]

RESULTADOS:

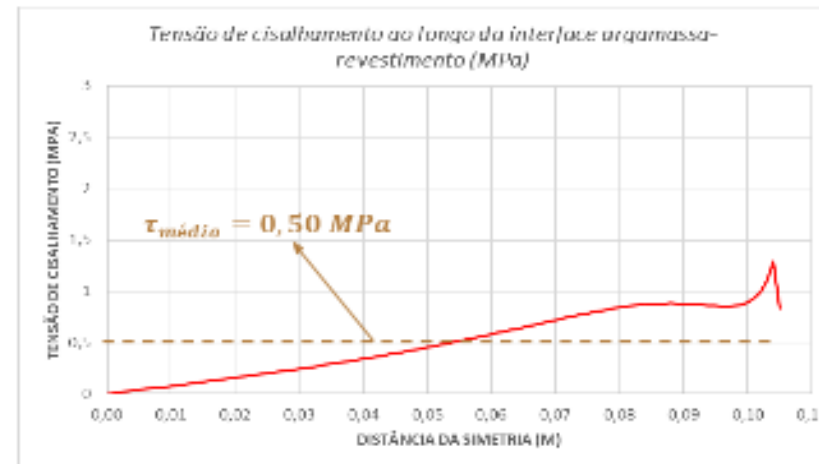
VALORES INDIVIDUAIS

Corpo de Prova	Medida antes da requieima (Comprimento (mm))	Medida após requieima (Comprimento (mm))
01	99,50	99,48
02	99,42	99,39
03	101,03	100,99
04	100,93	100,99
05	100,57	100,53

Página 3 / 4

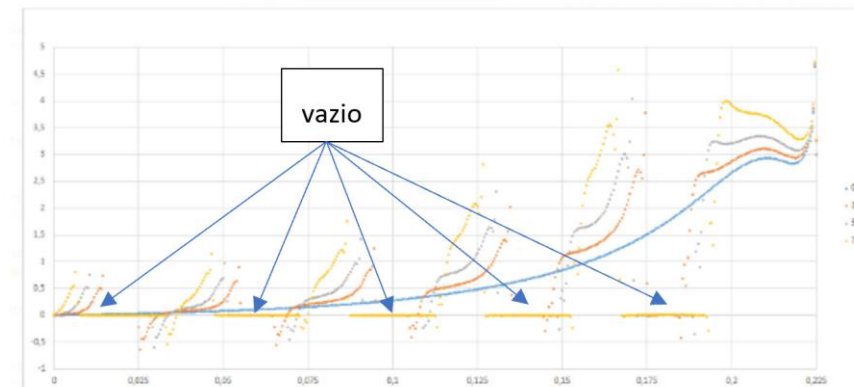
Para expansão de 0,60 mm/m:

(segu



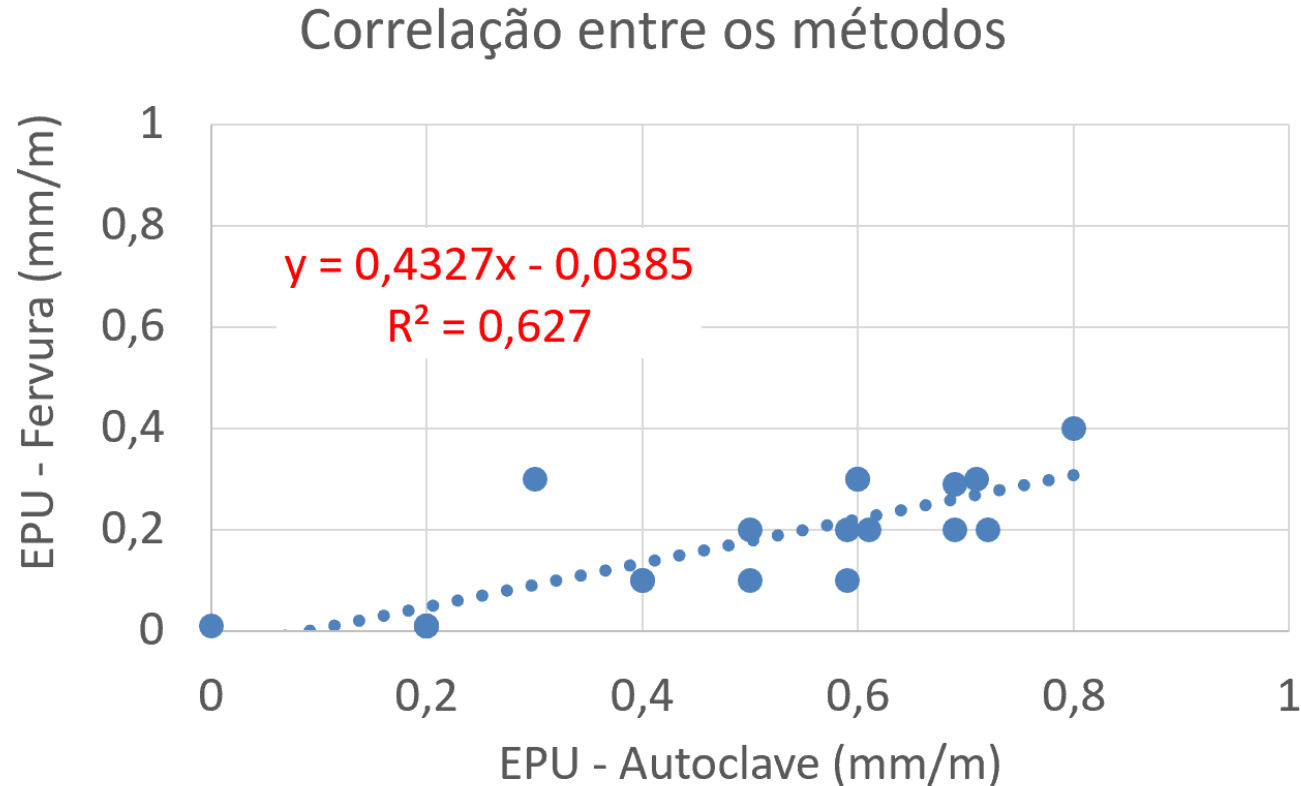
Artigo:  $\tau_{xy \text{ médio}} \text{ estimado} = 0,86 \text{ MPa}$

Para expansão de 0,60 mm/m (30%; 50% e 70% de vazios)



# Caso III – Funcional

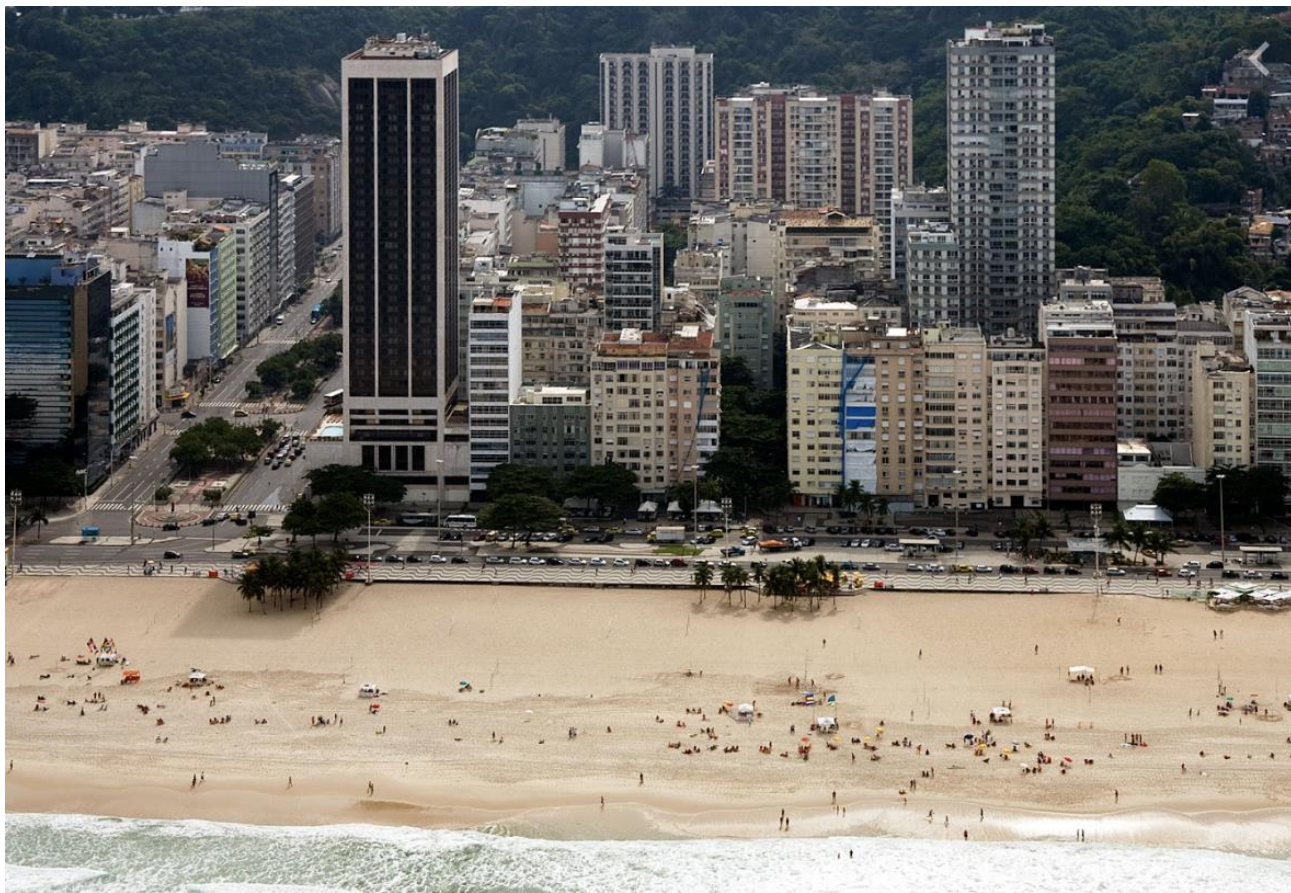
## CASOS



A alteração da protocolo de ensaio sem ajuste no parâmetro de referência não parece ser um procedimento adequado

- Não se pode usar o mesmo limite para métodos de ensaio diferentes

# Caso IV - revestimentos



# Caso IV

Problema: perda de brilho precoce e o surgimento de cavidades, aranhões e fissuras na superfície do revestimento de piso do hall de entrada de um hotel de alto padrão na cidade do rio de Janeiro (com intensidade que decrescente a partir da porta de entrada).

Os problemas surgiram logo após a entrega de uma obra de reforma, em que se substituiu o Granito Ouro Velho pelo mármore italiano *Botticino*



# Caso IV

*Caracterização do Método Construtivo* No assentamento das placas utilizou-se a técnica de grande espessura, com uma argamassa convencional confeccionada à base de cimento, areia e saibro (algumas vezes esse era suprimido), uma espessura variando de 1,0 a 5,0 cm, e com o seguinte traço: 1½ carrinho de areia, 1½ carrinho de "barro" (saibro) (às vezes substituído pela própria areia), 1 saco de cimento.

Após o assentamento e rejuntamento do piso, segundo os técnicos da empresa executora da obra de reforma, as placas foram protegidas com uma lona plástica coberta por uma camada de gesso em pasta.



# Caso IV

- O que fazer?
- Qual a causa? Natureza e Origem para o Problema?
- Qual o prognóstico?
- Quem foi o responsável pelo seu surgimento?

# Caso IV

Caracterização das Placas de Rocha O mármore Botticino é um material comumente utilizado para a produção de revestimentos em todo o mundo e caracteriza-se por um elevado estado microfissural, sendo comum o seu resinamento e telagem do dorso das placas ainda na etapa de beneficiamento

Tabela 4.4- Composição mineralógica do mármore *Botticino* (fonte: Associação Italiana de Produtores de Mármore *Botticino*).

Carbonato de cálcio – CaCO <sub>3</sub>	91,40%
Carbonato de Magnésio – MgCO <sub>3</sub>	7,30%
Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Potássio (K <sub>2</sub> O), Alumínio(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) e Sódio(Na <sub>2</sub> O)	1,00%
Absorção de água aparente (%)	0,55
Desgaste superficial por abrasão Amsler (mm)	1,00
Compressão uniaxial após congelamento/degelo (MPa)	208,2
Coefficiente de Dilatação térmica (mm/ml.°C)x10 <sup>-3</sup>	4,4
Resistência ao Impacto de corpo duro(m)	0,29

# Caso IV

## Caracterização das Placas de Rocha

**Tabela 4.5** - Composição mineralógica do Granito Ouro Novo (Volume IV-A DNPM – 1992)<sup>60</sup>

Feldspato Potássico	50-55%
Quartzo	20%
Plagioclásio	15%
Biotita e Muscovita	10-12%
Minerais acessórios: Zircão, apatita e óxido de ferro	
Porosidade aparente (%)	0,40
Absorção d'água aparente (%)	0,15
Desgaste superficial por abrasão - Amsler (mm)	0,51
Coefficiente de Dilatação térmica (mm/m.°C)x10 <sup>-3</sup>	8,9
Resistência à Flexão (Mpa)	18,1
Resistência ao Impacto (m)	0,40

# Caso IV

## **II – Natureza:**

a natureza está na especificação inadequada da rocha que é formada, predominantemente, pela calcita e dolomita que possuem dureza 3, na escala de Mohs, e que são facilmente riscadas pelo tráfego de pessoas, objetos (principalmente malas) e equipamentos. Esse fato fica ainda mais evidente, quando se constata a grande diferença entre a resistência ao desgaste Amsler do mármore *Botticino* e do granito *Ouro Velho*.

Além disso, uma parcela da perda de brilho e dos arranhões pode ser atribuída à etapa de execução que, muitas vezes, realizou uma proteção inadequada das placas após o assentamento. Esse fato também ganha força ao ter sido constatado que mesmo anteriormente à entrega do piso já existia, por parte da equipe do hotel, notificações à construtora de que várias placas deveriam ser trocadas em função da quantidade de arranhões superficiais.