

Apuração de Vícios Construtivos

Eng^a. Civil Flávia Zoéga A. Pujadas

Especialista em Perícias de Engenharia e Avaliações de Bens

Membro do IBAPE/SP

Membro RICS

archeo@uol.com.br

www.archeo.com.br



11 A 15

SETEMBRO | 2023

SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

CONCEITOS E DEFINIÇÕES
Texto base revisão ABNT NBR 13752
Glossário de Terminologia do IBAPE/SP

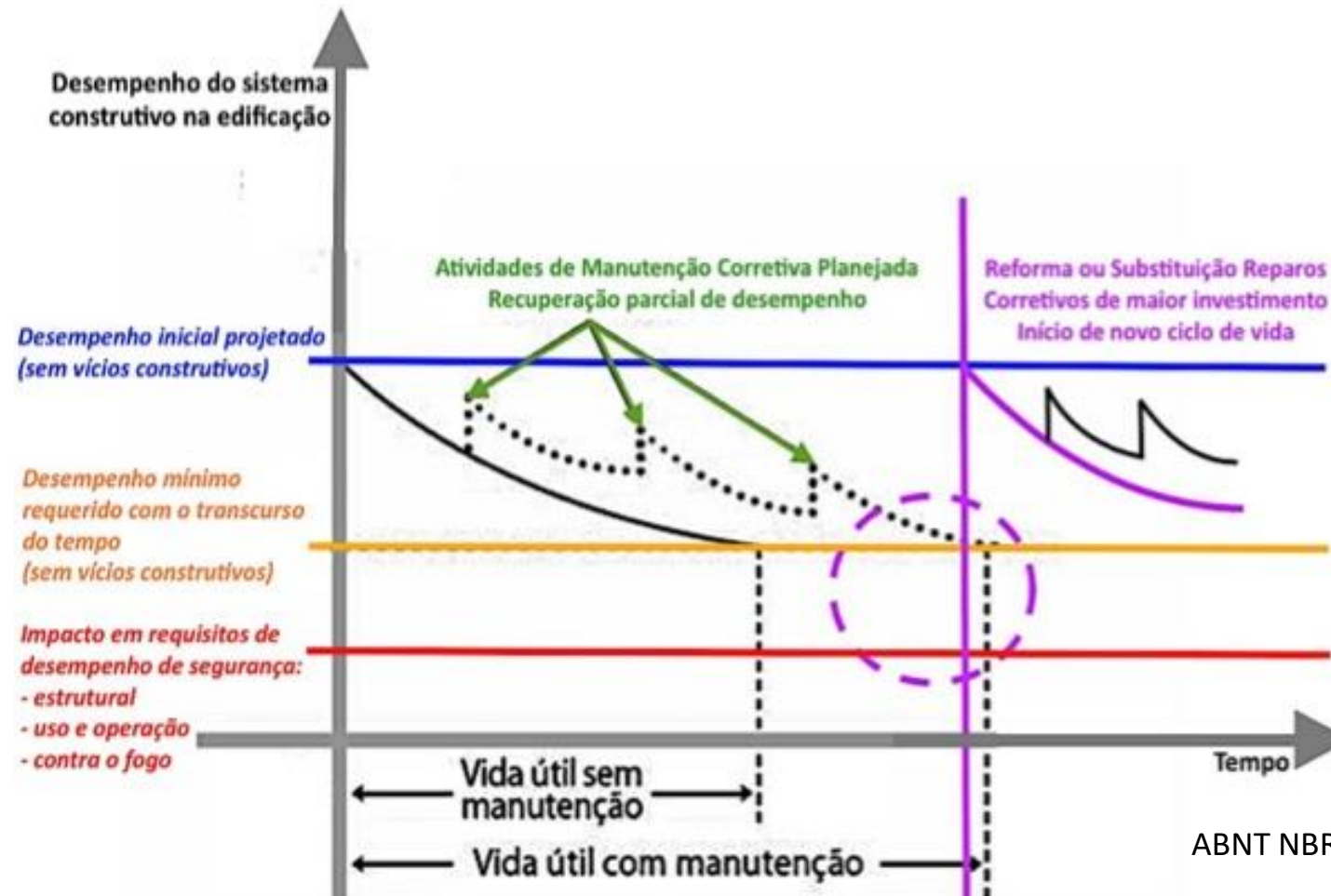
ANOMALIA (conceito geral)	Irregularidade, anormalidade, exceção a regra ou padrão estabelecido
ANOMALIA ENDÓGENA	Anomalia associada ao projeto, especificações de materiais ou execução
ANOMALIA FUNCIONAL	Anomalia associada ao término da vida útil projetada, a decrepitude ou obsolescência
ANOMALIA EXÓGENA	Anomalia associada a fatores externos ou provocada por terceiros
NÃO CONFORMIDADE (conceito geral)	Não atendimento a um requisito ou padrão
MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA (conceito genérico)	Lesão ou sintoma que possui caracterização externa específica, salvo exceções, no qual pode-se deduzir sua natureza, mecanismos de ação e origens
FALHA (conceito geral)	Ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho inferior ao requerido (ABNT NBR 15575)
FALHA DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	Ocorrência que prejudica a utilização do sistema construtivos, resultando em desempenho inferior ao requerido e com origem no uso, operação e manutenção de sistemas construtivos

CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Texto base revisão ABNT NBR 13752
Glossário de Terminologia do IBAPE/SP

VÍCIO	ANOMALIA ou FALHA QUE AFETA ou IMPACTA NA PERDA DE DESEMPENHO de sistemas e componentes construtivos. Também pode vincular-se à inadequação de produtos e serviços aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais
VÍCIO CONSTRUTIVO	ANOMALIA ENDÓGENA QUE AFETA ou IMPACTA NA PERDA PRECOCE DE DESEMPENHO de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ou financeiros
VÍCIO APARENTE	Vício facilmente e visualmente constatável, por qualquer pessoa
VÍCIO OCULTO	Vício não aparente ou verificável somente por profissional com conhecimento técnico ou, ainda, que tenha se manifestado ao longo do tempo
VÍCIO DE INFORMAÇÃO	Ausência ou deficiência de informações técnicas expressas em Manuais de Uso, Operação e Manutenção e demais documentos técnicos entregues aos usuários, quando do recebimento de uma obra
DEFEITO	Vícios relacionados com solidez e segurança da construção ou que representem ameaça à saúde e segurança do usuário
AVARIA	Estrago físico ocasionado por agente externo
DANO	Prejuízo causado a outrem pela ocorrência de vícios, defeitos, avaria, mutilação, deterioração, entre outros
INADIMPLEMENTO CONTRATUAL (conceito geral)	Não cumprimento de um contrato ou de qualquer uma de suas condições; inadimplência

DESEMPENHO é comportamento em uso de sistemas e componentes construtivos, definido por requisitos especificados em projeto e normas, relacionado com a vida útil prevista.



ABNT NBR 15575, adaptado

DESEMPENHO é dependente da IDADE e do correto USO, assim como da correta execução periódica das atividades de MANUTENÇÃO e OPERAÇÃO.



11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



“Constatação de fatos ou situações com descrição minuciosa dos elementos que os constituem com desenvolvimento de **método investigativo tecnicamente fundamentado que permita analisar a existência ou inexistência de possíveis nexos causais**. Pode ainda revelar responsabilidades e apontar consequências.”

“A vistoria de análise de causalidade, ou de apuração de nexo causal, caracteriza-se pela **exaustiva investigação e constatação de fatos ou situações com a descrição minuciosa dos elementos que os constituem, feita por meio de método tecnicamente fundamentado, de modo a permitir a análise e verificação da existência ou inexistência de possíveis nexos causais** em relação ao objeto da perícia. Pode ainda revelar responsabilidades técnicas e apontar consequências.

Nota: quando o objeto a ser periciado não mais existir, ou houver impossibilidade de acesso, a metodologia investigativa poderá ser realizada por meio de quaisquer elementos que possam trazer confiabilidade e consistência, ou também, pelo exame elucidativo de remanescentes do objeto da perícia e outros elementos efetivos de convicção que devem ser explicitados. Exemplos: documentos técnicos, imagens, vídeos, áudios, resultados de ensaios tecnológicos, laudos contemporâneos e entrevistas.

A metodologia investigativa a ser adotada para a apuração de nexo causal deve observar os requisitos técnicos necessários para as análises dos fatos ou ocorrências estudadas, a fim de conferir fundamentação, exatidão e precisão ao trabalho pericial desenvolvido.”

APURAÇÃO DE VÍCIOS CONSTRUTIVOS OU VISTORIA DE ANÁLISE DE CAUSALIDADE OU APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
Texto base revisão ABNT NBR 13752

Dependendo, portanto da metodologia investigativa necessária, deve-se identificar os **requisitos fundamentais e imprescindíveis para a sua fundamentação, precisão e exatidão**. Também, o objeto, objetivo e a finalidade da perícia envolvendo a apuração de nexo causal determinam os requisitos necessários.

Exemplos de requisitos:

- ① Projetos, memoriais descritivos, manuais, catálogos de produtos ou catálogos de fabricantes, prospectos comerciais
- ② Normas, legislações, artigos técnicos publicados, livros
- ③ Aberturas de janelas de inspeção ou prospecções;
- ④ Monitoramentos e mapeamentos;
- ⑤ Levantamentos métricos;
- ⑥ Consulta de tabelas de preços e custos publicados ou tomadas de preços;
- ⑦ Ensaaios tecnológicos;
- ⑧ Contratações de consultores para itens específicos (saber identificar e detalhar o propósito da contratação);
- ⑨ Testes de funcionamento e testes operacionais em máquinas e equipamentos;
- ⑩ Testes com corantes em instalações hidráulicas;
- ⑪ Documentos sobre a realização da manutenção periódica (saber especificar quais documentos: relatórios de termografia; relatórios de ensaios físico-químicos e bacteriológicos de água potável; ordens de serviços ou contratos sobre limpeza de fachadas e suas demais revisões previstas no manual, etc)

NEXO CAUSAL = VÍNCULO FÁTICO QUE LIGA O “EFEITO” A “CAUSA”

- ① COMPROVAÇÃO DO “EFEITO X CAUSA”
- ② DEMANDA DE RACIOCÍNIO PERICIAL LÓGICO DEDUTIVO NAS INVESTIGAÇÕES
- ③ DEVE CONSIDERAR TODAS AS “HIPÓTESES” TÉCNICAS PERTINENTES A SEREM INVESTIGADAS COM RELAÇÃO LÓGICA, E QUE EXPLIQUEM A ANOMALIA CONSTATADA E ESTUDADA NA PERÍCIA
- ④ EMPREGO DOS REQUISITOS E PROCEDIMENTOS ESSENCIAIS (OBRIGATÓRIOS) AO TRABALHO PERICIAL NOS TERMOS DA ABNT NBR 13752

REALIZAÇÃO



***Cuidados com SOFISMAS ou FALÁCIAS
nas PERÍCIAS DE ENGENHARIA!!***

Exemplo geral de sofisma:

A estrutura de concreto armado é sólida, mas apresenta fissura
Fissura é uma manifestação de instabilidade estrutural
Então, a estrutura não é sólida

Também o sofisma é caracterizado pela generalização indevida, isto é, algo correto para um grupo restrito de elementos, que é generalizado para toda espécie.

Exemplos de sofisma por generalização:

Toda fissura é uma manifestação de instabilidade estrutural

Qualquer revestimento de argamassa que não possua 0,3 Mpa de resistência de tração, vai deslocar

REALIZAÇÃO

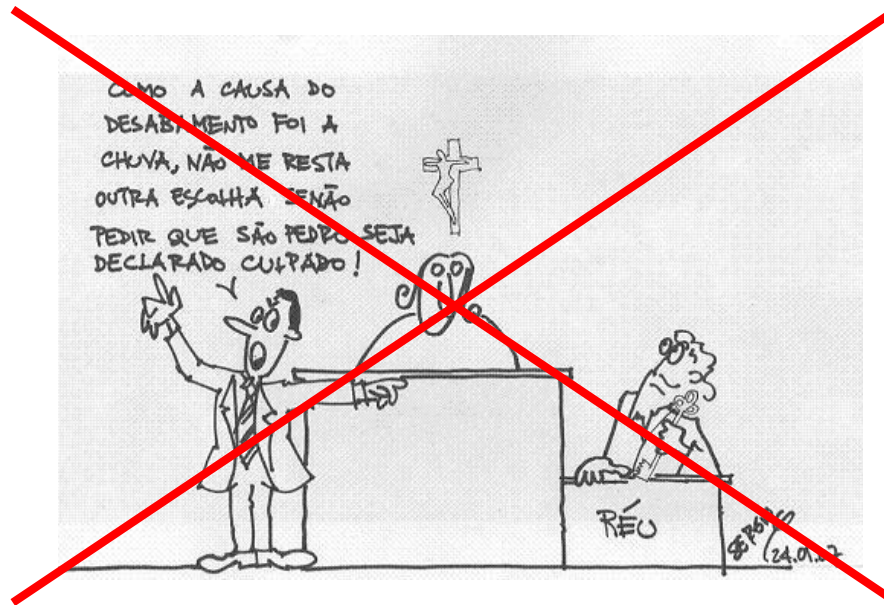


11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

OBRIGAÇÃO TÉCNICA DA PERÍCIA

Clareza, objetividade, precisão e fundamentação técnica na apuração do nexo causal



APURAÇÃO DO NEXO CAUSAL

✓ **CONSTATAR E DESCREVER
TECNICAMENTE**

✓ **DETERMINAR AS
ORIGENS**

- projeto,
- material,
- execução,
- uso,
- manutenção,
- reforma

✓ **IDENTIFICAR E ESTUDAR
FUNDAMENTADAMENTE
MECANISMOS DE AÇÃO OU
PROCESSOS**

✓ **IDENTIFICAR OS
AGENTES
CAUSADORES**

RACIOCÍNIO LÓGICO DEDUTIVO FOMENTA A METODOLOGIA INVESTIGATIVA PARA APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL



O processo de estudo dos mecanismos de ação para explicar a formação da anomalia pode necessitar de procedimentos investigativos. Exemplo: aberturas de janelas de inspeção.

Exemplo: Anomalia: formação de trinca 45° na camada de revestimento (?) junto do vão de esquadria em painel de vedação em bloco cerâmico comum

Hipóteses:

- ① Trinca higroscópica na camada do revestimento (retração por infiltração)
- ② Trinca na camada do revestimento por deficiência de reforço com tela na mudança de base (verga x painel de vedação)
- ③ Trinca no painel de vedação por deficiência de verga
- ④ Trinca no painel de vedação por processo de recalque diferencial da fundação (situação atípica e excepcional para radier plano), se sim, devem existir outras trincas na edificação, perda de mobilidade de caixilhos, deformação de telhados, etc.

**RACIOCÍNIO LÓGICO DEDUTIVO FOMENTA A METODOLOGIA INVESTIGATIVA PARA
APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL**



11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
COM USO DE ENSAIOS**





Formações de trincas com características expansivas nas requadrações de terraços e janelas da edificação
Vistoria em todos os terraços e janelas da edificação para mapeamento da situação indicada

Hipótese:

Presença de gesso na argamassa de requadrção

Metodologia investigativa: além da vistoria e constatações, realizar ensaio tecnológico de reconstituição de traço com a análise química para verificar se há presença de SO_3 (anidrido sulfúrico)

4.1 - A análise química apresentou os seguintes resultados:

DETERMINAÇÃO	RESULTADOS (%)	
	AMOSTRA 01	AMOSTRA 02
Perda ao fogo	6,54	4,68
Insolúveis em ácido clorídrico	86,61	89,09
Anidrido silicoso (SiO ₂)	1,89	1,27
Óxido de ferro e alumínio (R ₂ O ₃)	0,78	0,61
Óxido de cálcio (CaO)	9,44	8,90
Óxido de magnésio (MgO)	0,51	0,25
Anidrido sulfúrico (SO ₃)	1,92	1,89
Anidrido sulfúrico (SO ₃) smc	14,37	17,24
Anidrido carbônico (CO ₂)	4,23	2,42

smc : sobre a massa de cimento

Obs.: A partir dos resultados de anidrido sulfúrico obtidos na amostra, recomendamos a análise de Difração de RX, para a verificação da possível presença de gesso.

A análise química apresentou os seguintes resultados:

DETERMINAÇÃO	RESULTADOS (%)									
	AMOSTRA									
	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Perda ao fogo	4,12	4,04	4,65	4,47	4,10	3,63	3,93	4,63	4,64	4,26
Insolúveis em ácido clorídrico	92,30	92,67	91,27	91,08	89,41	91,70	92,48	90,51	91,94	92,96
Anidrido silicoso (SiO ₂)	1,54	1,46	1,65	1,86	1,82	1,71	1,53	1,77	1,52	1,43
Óxido de ferro e alumínio (R ₂ O ₃)	0,71	0,54	0,85	0,74	0,63	0,73	0,63	0,88	0,73	0,52
Óxido de cálcio (CaO)	5,52	5,04	6,00	6,24	6,00	6,23	5,04	6,24	5,76	5,04
Óxido de magnésio (MgO)	0,32	0,39	0,45	0,43	0,40	0,39	0,33	0,51	0,44	0,38
Anidrido sulfúrico (SO ₃) smc	6,83	4,85	5,87	4,87	4,02	3,99	5,58	4,38	1,85	4,38
Anidrido carbônico (CO ₂) smc	1,82	2,05	2,52	2,67	1,94	2,28	2,44	2,42	2,43	3,11

smc : sobre a massa de cimento.

Nas amostras A 3 até A 12: Concentrações baixas do anidrido sulfúrico (SO₃) smc, diferentemente daquilo que foi registrados nos resultados das amostras A 1 e A 2, que eram das argamassas das requadrações de janelas e terraços da edificação



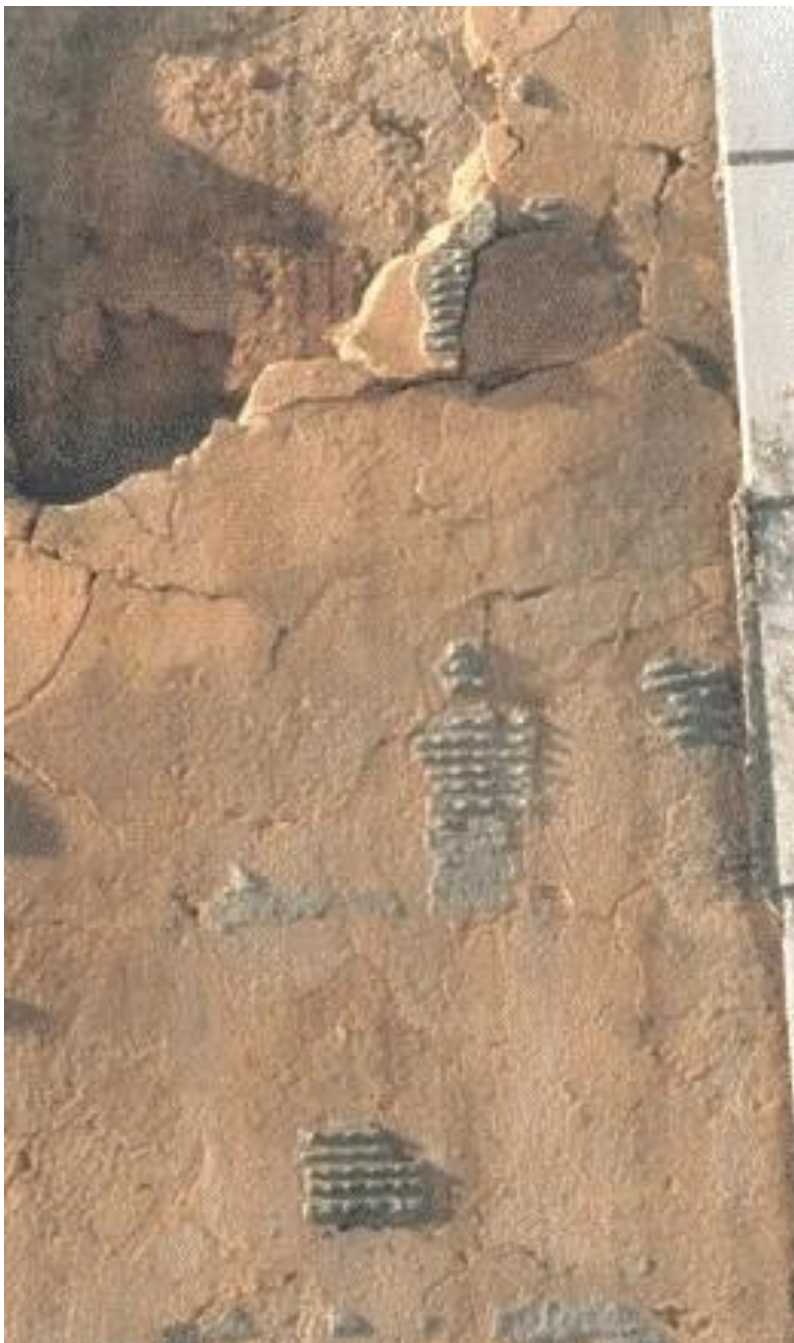
Deslocamento do revestimento cerâmico na interface da placa cerâmica com a argamassa colante.

Argamassa colante com cordões inferiores a 8 mm, placas sem dupla colagem e cordões sem esmagamento (perda do tempo em aberto da argamassa e deficiência na aplicação da placa cerâmica)

Execução de mapeamento da perda de aderência com teste de percussão e inspeção visual (para determinar a extensão)

11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
SEM USO DE ENSAIOS**





APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL SEM USO DE ENSAIOS

Primeira janela de inspeção (J1)
Prospecção do revestimento de fachadas em local com fissuração a 45° no vão de alvenaria – 1o pavimento da edificação.

Verifica-se que a tela de reforço do revestimento na camada de emboço (2a camada) está assentada junto da base do revestimento, quando o correto seria no meio da espessura da camada do emboço.

A deficiência no posicionamento desta tela na argamassa causa a formação de fissura no revestimento no vão da alvenaria na abertura da janela. Isto foi observado em algumas outras janelas das fachadas da edificação.

11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP



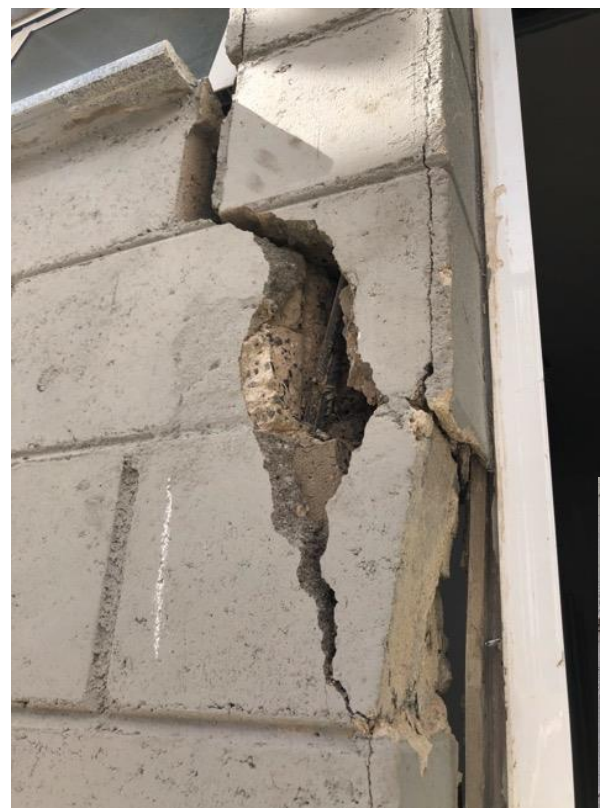
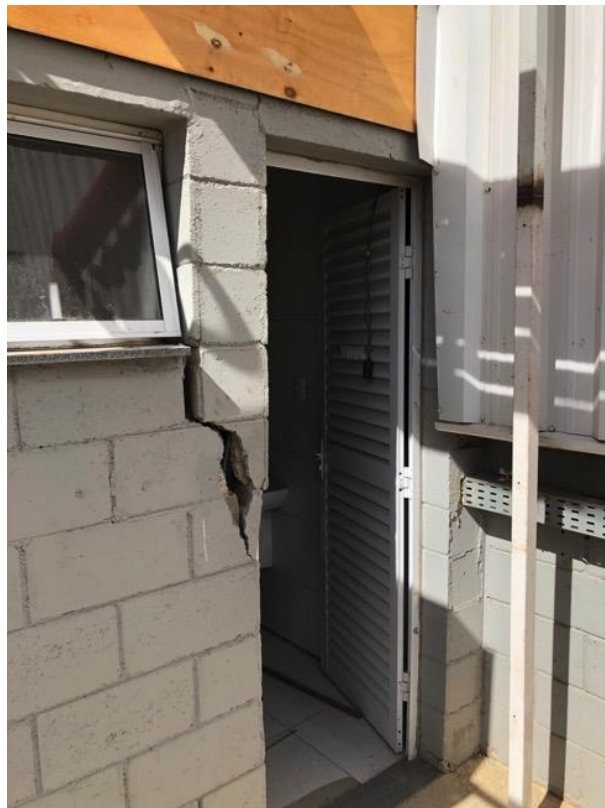
Edificação construída sobre camada de aterro de mais de 8 m

REALIZAÇÃO



11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
SEM USO DE ENSAIOS**

11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

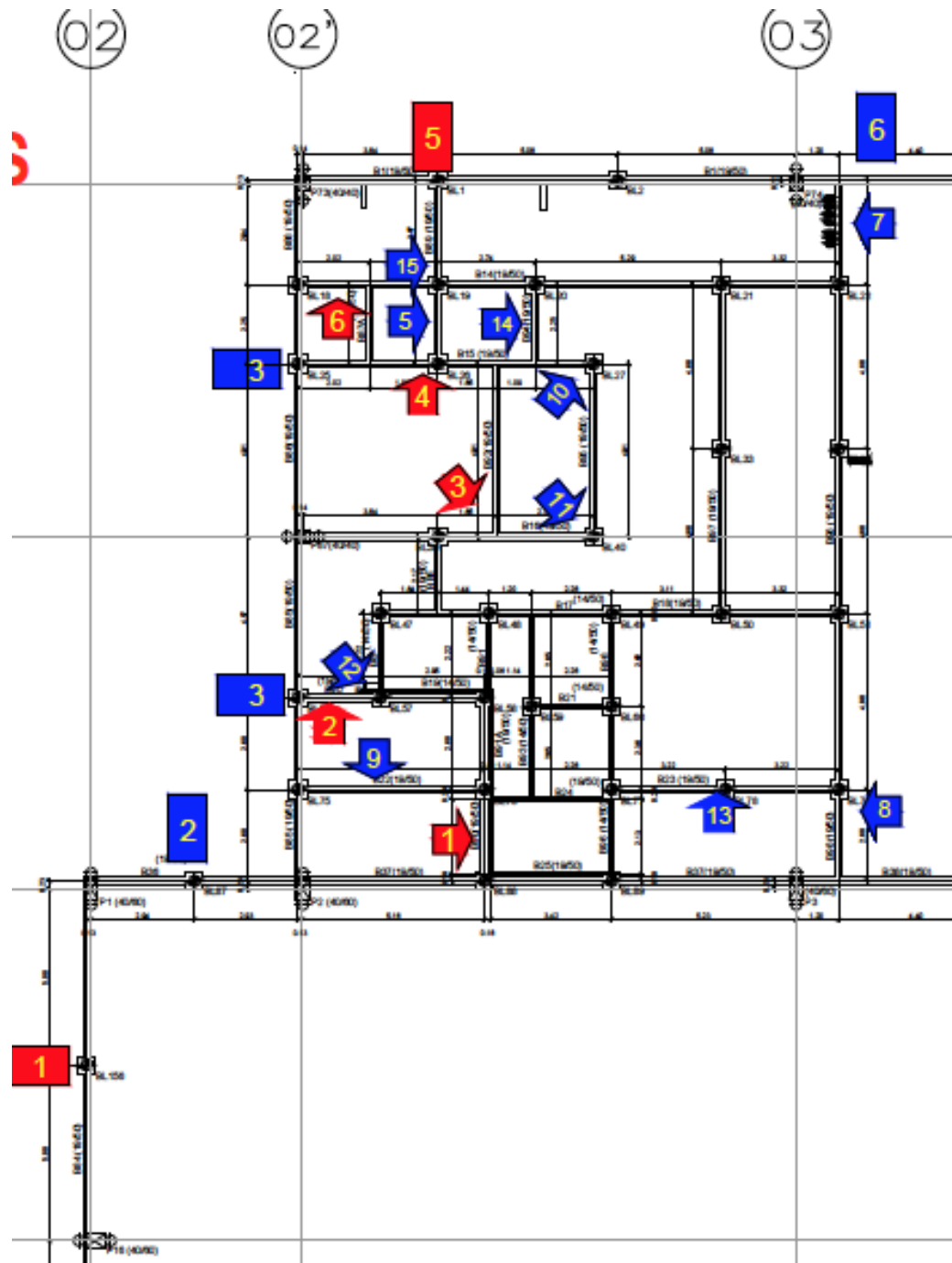
**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
SEM USO DE ENSAIOS**



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL SEM USO DE ENSAIOS



Nº inspeções 13/03/2020

Nº inspeções 13/03/2020 e 31/07/2020

Nº inspeções 28/09/2020

Nº inspeções 28/09/2020 e 22/10/2020

● sondagem à percussão março 2020

Observações:

1- Nas inspeções do dia 28/09/2020 números 3 e 4 não foram localizadas as vigas baldramas e blocos de fundação. Na inspeção 3 localizamos a estaca de fundação inativa, na inspeção 4 a estaca não foi localizada - vide relatório fotográfico;

2 - Nas inspeções do dia 28/09/2020 números 1,2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14e15 verificou-se a ausência de todas as vigas baldramas do projeto estrutural - vide relatório fotográfico;

3 - As inspeções indicadas com a data 22/10/2020 serão realizadas na presença do perito judicial como as inspeções do dia 31/07/2020.



- Ausência de elementos de fundação (estacas e blocos)



**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
SEM USO DE ENSAIOS**

11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
QUANDO O USO DE ENSAIOS É FUNDAMENTAL PARA A PERÍCIA**



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO



**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
QUANDO O USO DE ENSAIOS É FUNDAMENTAL PARA A PERÍCIA**



11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

**APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL
QUANDO O USO DE ENSAIOS É FUNDAMENTAL PARA A PERÍCIA**





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	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ 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.

APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL QUANDO O USO DE ENSAIOS É FUNDAMENTAL PARA A PERÍCIA

A grande maioria dos pilares ensaiados, e algumas vigas, apresentaram resistências muito inferiores a 25 MPa.

A baixa resistência observada nos elementos estruturais pode estar associada à relação alta de água e cimento da pasta de concreto, baixo consumo de cimento e erros de traço. O aspecto pulverulento e esbranquiçado do concreto extraído dos elementos estruturais para realização de ensaios de resistência à compressão, também, são indicadores qualitativos da má qualidade do concreto executado no local.

Portanto, considerada apenas a resistência de compressão dos pilares da edificação, sem analisar ainda o dimensionamento estrutural da edificação, afirma-se que os pilares estão comprometidos quanto à estabilidade e durabilidade, sob risco de ruptura frágil ou ruína sem aviso prévio em futuro não previsto.

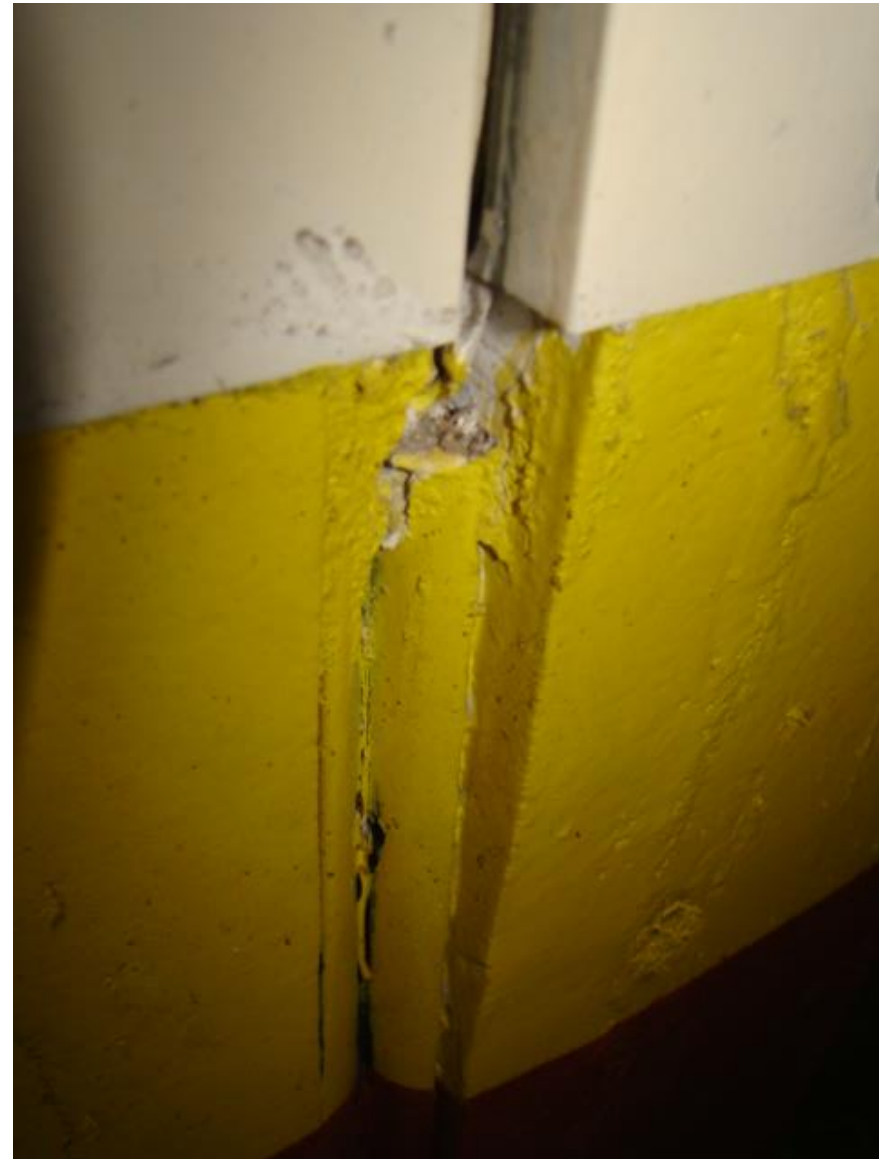
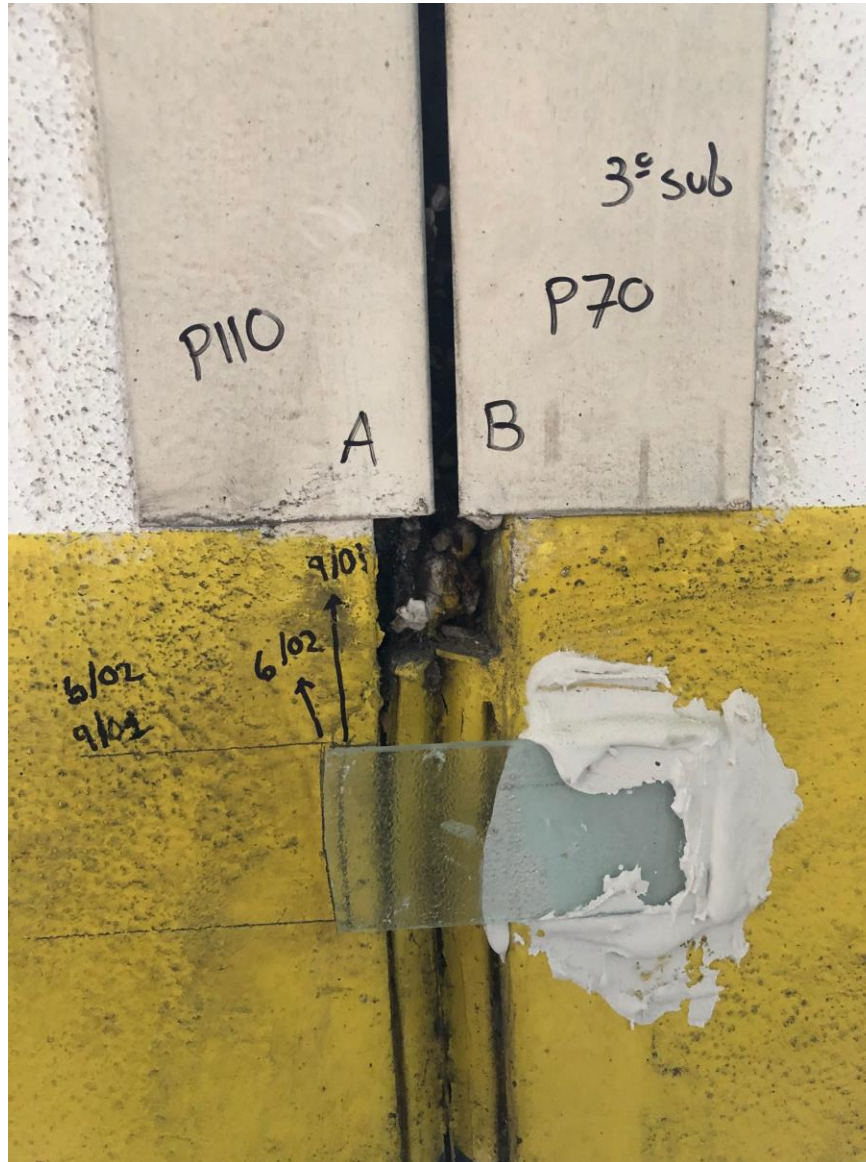
A ruptura frágil da estrutura é situação crítica, que oferece risco aos moradores e usuários da edificação.

ESCLEROMETRIA DO CONCRETO				ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO (MPa)			
Pavimento Subsolo		Área do caixão perdido		Pavimento Subsolo		Área do caixão perdido	
P12	25 / 28,5	PE35	19	P12	18,6	PE35	8,6
P18	34,25	PE26	27	P39	14,6	PE17	11,8
P33	25	PE22	21,5	P53	8,2	PE53	11,1
P39	29	PE17	20	P61	12,6	PE18	11,7
P46	22,25	P18	21,5	P58	4,9	PE14	8,4
P53	24,5	PE75	21,5	P51	12,9	PE06	22
P54	20,75	PE53	24	V401	22,3	V37	29,3
P55	24,75	PE18	38	V513	35,7	V38	27,8
P61	26,75	PE14	21	V509	20,2	V47	24,1
P58	27,25	PE09	22	V414	23,5	bloco fundação P5	24,1
P51	23,5	PE06	31				
P44	23,5						
12 ensaios		11 ensaios		10 ensaios		10 ensaios	

11^A15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

REALIZAÇÃO

ANTI-EXEMPLOS
EMPREGO DE METODOLOGIA INVESTIGATIVA EQUIVOCADA



11 A 15
SETEMBRO | 2023
SÃO PAULO - SP

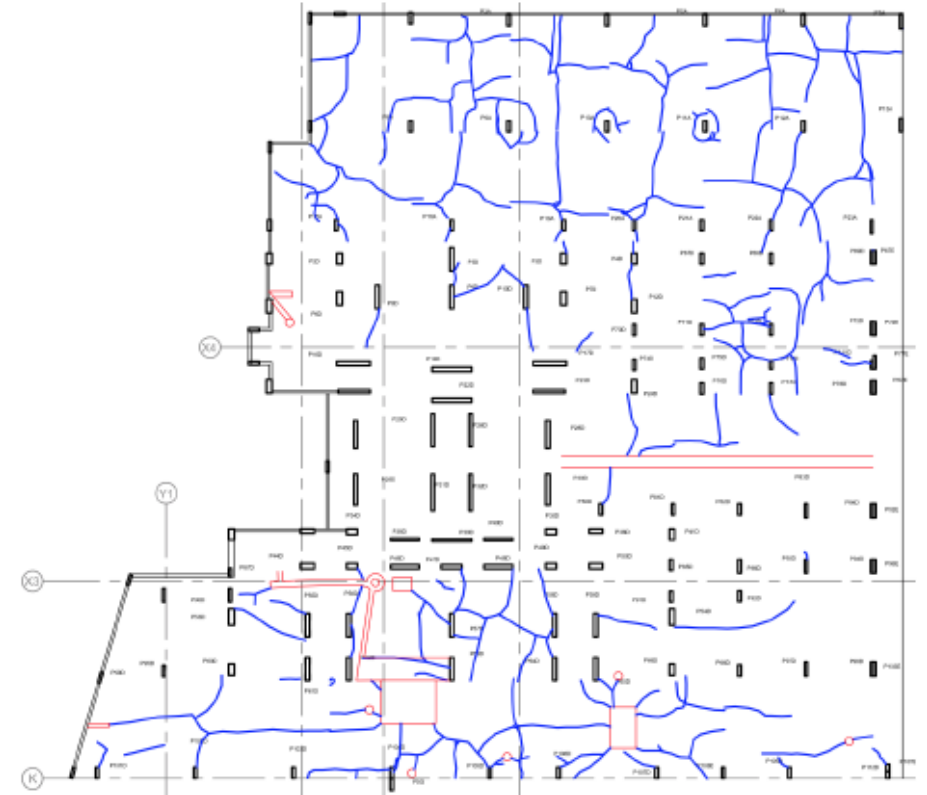
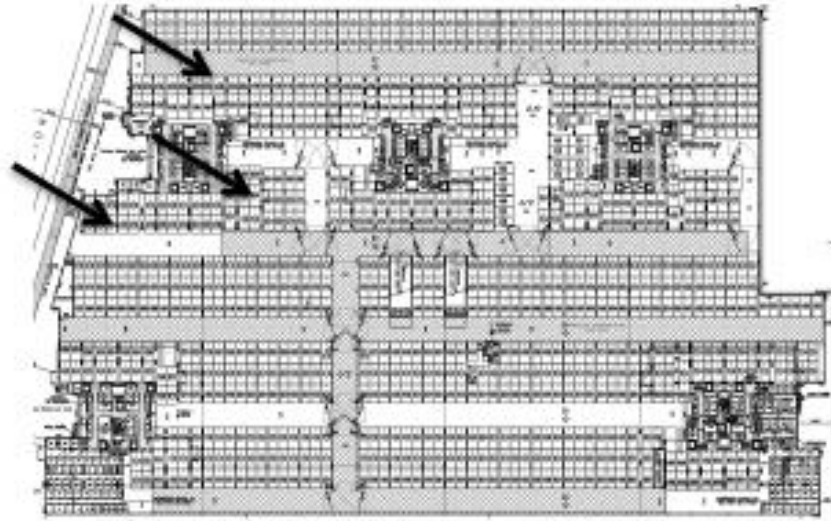
REALIZAÇÃO



APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL **A IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIAGNÓSTICO E DA APURAÇÃO DA EXTENSÃO DOS VÍCIOS**



APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL A IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIAGNÓSTICO E DA APURAÇÃO DA EXTENSÃO DOS VÍCIOS



As trincas, conforme prospecções realizadas nas vistorias periciais, são rupturas transversais de toda a camada de concreto, e não são superficiais. As trincas ocorrem com início no centro das bordas laterais de cada pano / trecho do piso, nas juntas serradas e/ou construtivas, convergindo para o centro do pano, dividindo-o em 4 (quatro) ou mais partes.

Apesar das trincas existentes neste piso caracterizarem ruptura da camada de concreto, não são observados desníveis entre os diversos trechos do pano / trecho do piso rompido. Logo, não há instabilidade no piso executado, e não existem esforços decorrentes de recalques diferenciais e outros causados por perda de capacidade de suporte do piso ou de sua base.

APURAÇÃO DE NEXO CAUSAL A IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIAGNÓSTICO E DA APURAÇÃO DA EXTENSÃO DOS VÍCIOS

Vícios construtivos	unidade	SUBSOLO	TÉRREO + 1	total
Formação de trincas mapeadas nos autos do processo principal	m	3.349,05	826,00	4.550,90
Novas formações de trincas	m	363,00	12,85	
Delaminações, desagregação e perdas de aderência pontuais	m2	258,00	406,00	664,00
Consumo estimado de MAT para colmatação de trincas com 10% de perda	Quantidade total de MAT necessária para colmatar 4.550,90 m de trincas		Custo unitário MAT	Custo total MAT
NP 1 Basf cartucho de 300 ml, consumo de 8,3 m / cartucho para colmatação de 10x06 mm (aproximadamente)	603	cartuchos	R\$ 85,00	R\$ 51.266,16
Sikaflex PRO 3 sachê de 600 ml, consumo de 8,3 m / sachê para colmatação 10x06 mm (aproximadamente)	302	sachês	R\$ 190,00	R\$ 57.380,00
Serviços de MDO para colmatação de trincas	Quantidade		Custo unitário MDO	Custo total MDO
Abertura e limpeza dos sulcos para colmatação das trincas	m	4.550,90	R\$ 90,00	R\$ 409.581,00
Aplicação do selante				
Consumo estimado de MAT para reparação de áreas delaminadas, desagregadas e com perda pontual de aderência com perda de 10%	Quantidade total de MAT necessária para reparar 664 m2		Custo unitário MAT	Custo total MAT
Argamassa graute consumo de 2.000 kg/m³, sacos de 25 kg (espessura de 5 cm para a área de 664 m2)	2.922	sacos	R\$ 60,00	R\$ 175.320,00
Serviços de MDO para reparação de áreas delaminadas, desagregadas e com perda pontual de aderência	Quantidade		Custo unitário MDO	Custo total MDO
Demolição, remoção e limpeza	m2	664,00	R\$ 150,00	R\$ 99.600,00
Aplicação da argamassa graute				
Subtotal de custo MAT (NP1 Basf e argamassa graute) + MDO				R\$ 735.767,16
Acompanhamento consultor	vb	1	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
Subtotal geral				R\$ 755.767,16
BDI 30%				R\$ 226.730,15
Valor total				R\$ 982.497,31

O Requerente sustentava que existiam 15.366 m de trincas para serem reparadas no piso, e os reparos custariam R\$ 4.302.480,00.

