



# II Seminário de Engenharia Diagnóstica em Edificações

## PAINEL 3

PALESTRANTES:  
Jerônimo Cabral P. Fagundes Neto  
**José Eduardo Granato**  
Roberto José Falcão Bauer

NOVEMBRO - 2013



## **PAINEL 3**

### **PERÍCIAS DE ENGENHARIA E AUDITORIAS FOCO NO DESEMPENHO**

**Abordagem das perícias de engenharia e auditorias técnicas de desempenho segundo os critérios e exigências da norma da ABNT NBR 15.575 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1 a 6. Durabilidade das edificações e as normas vigentes para o sistema da gestão de manutenção combinados com as proposições do Manual do Síndico e do Proprietário, à luz da norma das respectivas normas da ABNT NBR 14.037 e NBR 5.674**

**PALESTRANTES:**  
Jerônimo Cabral P. Fagundes Neto  
José Eduardo Granato  
Roberto José Falcão Bauer

**NOVEMBRO - 2013**

# Conteúdo programático

- **Avaliar o desempenho da impermeabilização frente a durabilidade mínima requerida na norma de desempenho NBR 15575.**
- **Alertar os construtores, projetistas e usuários para não utilizarem produtos inadequados que são oferecidos no mercado brasileiro e da necessidade da adequação das normas com foco em desempenho.**

# Desempenho da impermeabilização frente a durabilidade

## 10 Estanqueidade

### 10.1 Generalidades

A exposição à água de chuva, à umidade proveniente do solo e aquela proveniente do uso da edificação habitacional devem ser consideradas em projeto, pois a **umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído.**

## 14 Durabilidade e manutenibilidade

A durabilidade do edifício e de seus sistemas é um requisito econômico do usuário, pois está diretamente associado ao custo global do bem imóvel.

# Vida útil

Tabela 7 – Vida útil de projeto (VUP)\*

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	$\geq 50$ Conforme ABNT NBR 8681
Pisos internos	$\geq 13$
Vedação vertical externa	$\geq 40$
Vedação vertical interna	$\geq 20$
Cobertura	$\geq 20$
Hidrossanitário	$\geq 20$

\* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

## 14.3 Manutenibilidade

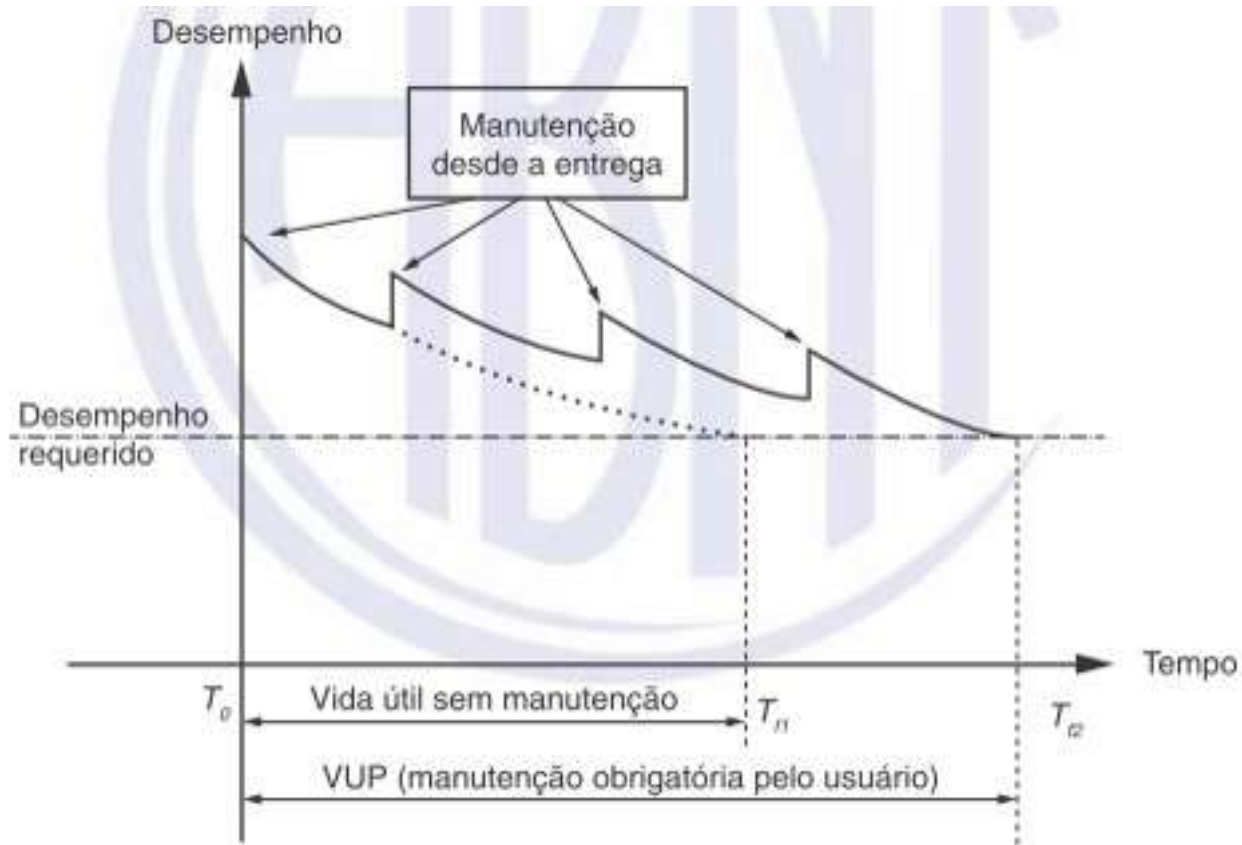
**14.3.1 Requisito – Manutenibilidade do edifício e de seus sistemas:** Manter a capacidade do edifício e de seus sistemas e permitir ou favorecer as inspeções prediais, bem como as intervenções de manutenção previstas no Manual de Uso, Operação e Manutenção, conforme responsabilidades estabelecidas na Seção 5.

## Considerações sobre durabilidade e vida útil

- A vida útil (service life) é uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes (sistemas complexos, do próprio sistema e de suas partes: sistemas, elementos e componentes).
- A vida útil de projeto (design life) é definida pelo incorporador e/ou proprietário e projetista, e expressa previamente.
- Conceitua-se ainda a vida útil estimada (predicted service life) como sendo a durabilidade prevista para um dado produto, inferida a partir de **dados históricos de desempenho do produto ou de ensaios de envelhecimento acelerado.**



# Desempenho ao longo do tempo



C.1 – Desempenho ao longo do tempo

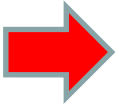
<b>Comitê Europeu de Normalização</b>	<b>CEN / EN 206, 1994</b>
<p><b>vida útil</b></p> <p><b>1 a 5 anos</b></p> <p><b>&gt; 25 anos</b></p> <p><b>&gt; 50 anos</b></p> <p><b>&gt; 120 anos</b></p>	<p><b>tipo de estrutura</b></p> <p>temporárias</p> <p>substituíveis</p> <p>edifícios novos</p> <p>obras de arte novas</p>

# Desempenho

Tabela C.1 – Efeito das falhas no desempenho

<b>Categoria</b>	<b>Efeito no desempenho</b>	<b>Exemplos típicos</b>
A	Perigo à vida (ou de ser ferido)	Colapso repentino da estrutura
B	Risco de ser ferido	Degrau de escada quebrado
C	Perigo à saúde	Séria penetração de umidade
D	Interrupção do uso do edifício	Rompimento de coletor de esgoto
E	Comprometer a segurança de uso	Quebra de fechadura de porta
F	Sem problemas excepcionais	Substituição de uma telha

NOTA Falhas individuais podem ser enquadradas em duas ou mais categorias.



# Vida útil

Tabela C.2 – Categoria de vida útil de projeto para partes do edifício

Categoria	Descrição	Vida útil	Exemplos típicos
1	Substituível	Vida útil mais curta que o edifício, sendo sua substituição fácil e prevista na etapa de projeto	Muitos revestimentos de pisos, louças e metais sanitários
2	Manutenível	São duráveis, porém necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da vida útil do edifício	Revestimentos de fachadas e janelas
3	Não manutenível	Devem ter a mesma vida útil do edifício, por não possibilitarem manutenção	Fundações e muitos elementos estruturais



# Custo de manutenção

Tabela C.3 – Custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil

Categoria	Descrição	Exemplos típicos
A	Baixo custo de manutenção	Vazamentos em metais sanitários
B	Médio custo de manutenção ou reparação	Pintura de revestimentos internos
C	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição (do elemento ou sistema) equivalente ao custo inicial	Pintura de fachadas, esquadrias de portas, pisos internos e telhamento
D	Alto custo de manutenção e/ou reparação Custo de reposição superior ao custo inicial Comprometimento da durabilidade afeta outras partes do edifício	Troca integral da impermeabilização de piscinas
E	Alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição muito superior ao custo inicial	Troca integral dos revestimentos de fachada e estrutura de telhados

NOTA A Tabela C.4 foi elaborada com base nos parâmetros descritos nas Tabelas C.1 a C.3.

# VUP sugerido

Tabela C.4 – Critérios para o estabelecimento da VUP das partes do edifício

Valor sugerido de VUP para os sistemas, elementos e componentes	Efeito da falha (Tabela C.1)	Categoria de VUP (Tabela C.2)	Categoria de custos (Tabela C.3)
Entre 5 % e 8 % da VUP da estrutura	F	1	A
Entre 8 % e 15 % da VUP da estrutura	F	1	B
Entre 15 % e 25 % da VUP da estrutura	E, F	1	C
Entre 25 % e 40 % da VUP da estrutura	D, E, F	2	D
Entre 40 % e 80 % da VUP da estrutura	Qualquer	2	D, E
Igual a 100 % da VUP da estrutura	Qualquer	3	Qualquer

NOTA 1 As VUP entre 5 % e 15 % da VUP da estrutura podem ser aplicáveis somente a componentes. As demais VUP podem ser aplicáveis a todas as partes do edifício (sistemas, elementos e componentes).

NOTA 2 Existem internacionalmente diversas e variadas proposições para determinação da VUP do edifício. No entanto, em relação aos edifícios habitacionais, observa-se que elas apresentam notável convergência, situando a VUP destes edifícios entre 50 e 60 anos.

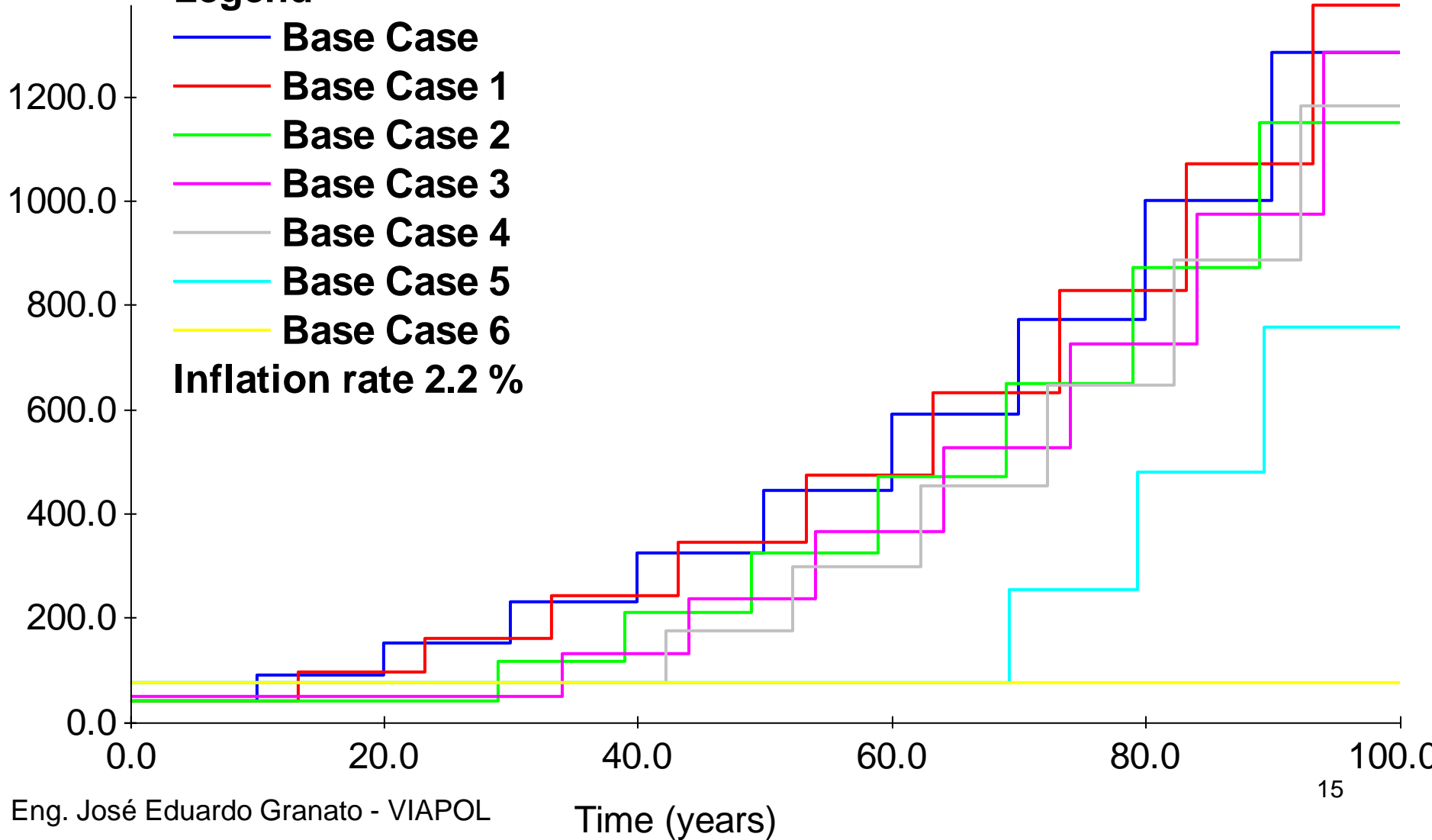


# Cash Flow Diagram

## Legend

- Base Case
- Base Case 1
- Base Case 2
- Base Case 3
- Base Case 4
- Base Case 5
- Base Case 6

Inflation rate 2.2 %



**Tabela C.5 – Vida útil de projeto mínima e superior (VUP) <sup>a</sup>**

Sistema	VUP anos		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Cobertura	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

<sup>a</sup> Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.



## Tabela C.6 – Exemplos de VUP aplicando os conceitos deste Anexo

Tabela C.6 (continuação)

Parte da edificação	Exemplos	VUP anos		
		Mínimo	Intermediário	Superior
Impermeabilização manutenível sem quebra de revestimentos Impermeabilização manutenível somente com a quebra dos revestimentos	Componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate	≥ 4	≥ 5	≥ 6
	Impermeabilização de caixa d'água, jardineiras, áreas externas com jardins, coberturas não utilizáveis, calhas e outros	≥ 8	≥ 10	≥ 12
	Impermeabilizações de áreas internas, de piscina, de áreas externas com pisos, de coberturas utilizáveis, de rampas de garagem etc.	≥ 20	≥ 25	≥ 30

# Garantias

Tabela D.1 – Prazos de garantia

Sistemas, elementos, componentes e instalações	Prazos de garantia recomendados			
	Um ano	Dois anos	Três anos	Cinco anos
Impermeabilização				Estanqueidade

O que compõe a garantia ?

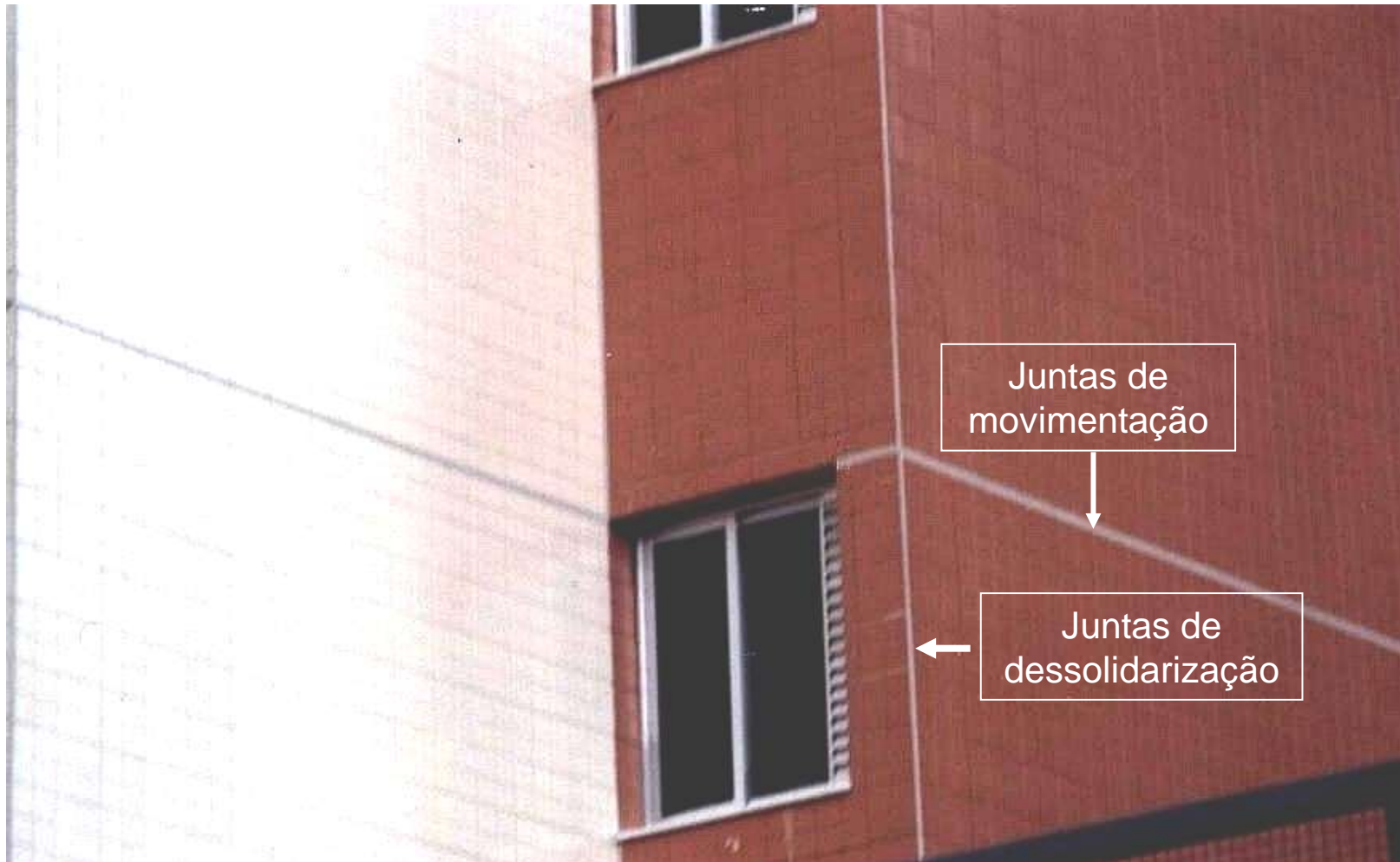
- Reposição das condições de estanqueidade?
- Reposição dos pisos acabados inclusos?
- Vazamento em de trincas e fissuras?
- Estabilidade financeira do fabricante/aplicador?
- Porte da empresa aplicadora?

# Garantias

Tabela D.1 (continuação)

Sistemas, elementos, componentes e instalações	Prazos de garantia recomendados			
	Um ano	Dois anos	Três anos	Cinco anos
Revestimentos de paredes, pisos e tetos em azulejo/cerâmica/pastilhas		Revestimentos soltos, gretados, desgaste excessivo	Estanqueidade de fachadas e pisos em áreas molhadas	
Revestimentos de paredes, pisos e teto em pedras naturais (mármore, granito e outros)		Revestimentos soltos, gretados, desgaste excessivo	Estanqueidade de fachadas e pisos em áreas molhadas	
Selantes, componentes de juntas e rejuntamentos	Aderência			

# Posicionamento das juntas



# Eflorescência em fachada de edifício





**FOTO N°28**

Selante das juntas com deficiência de aplicação e de aderência.



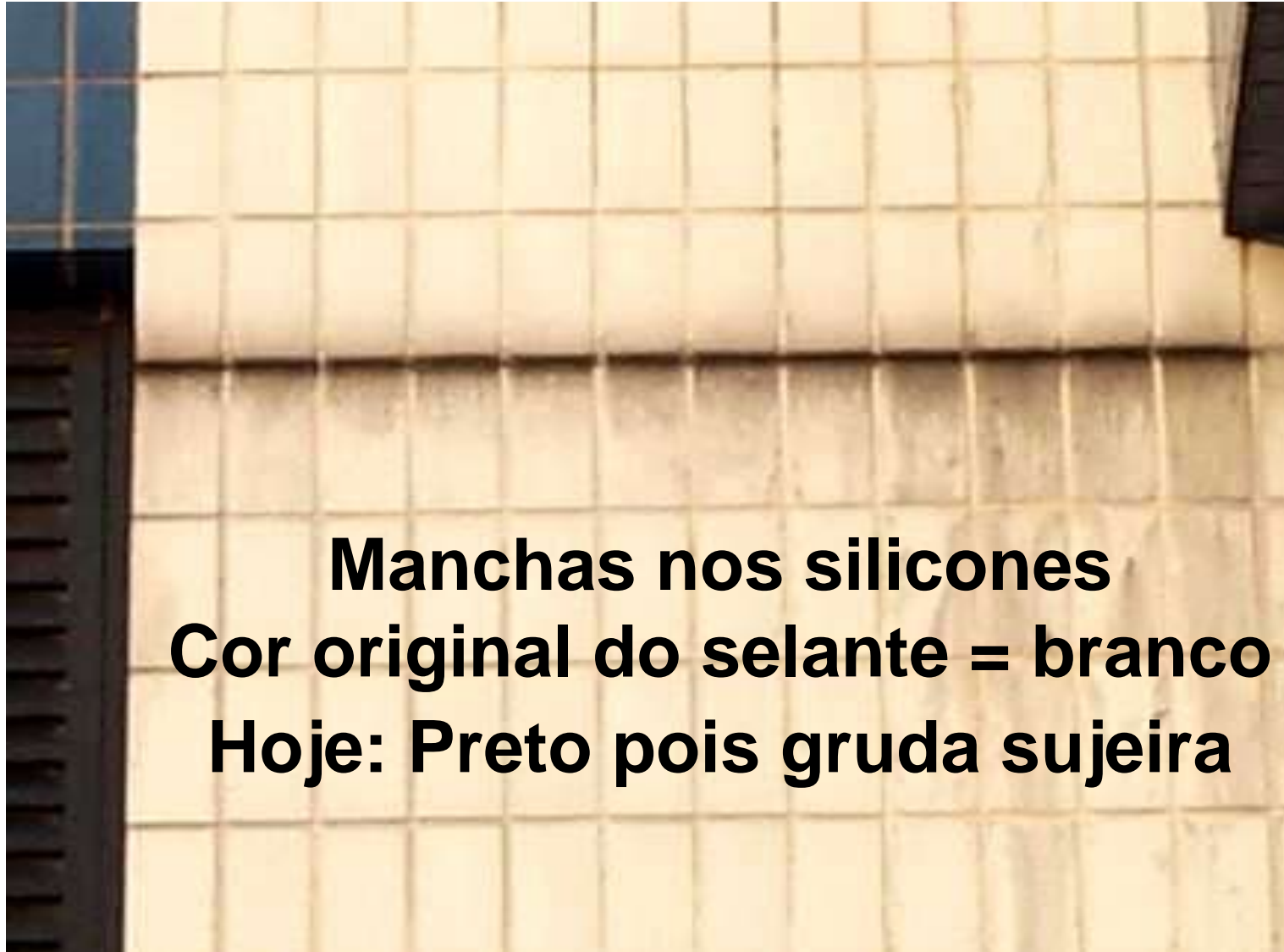
**FOTO N°29**

Detalhe da foto n°28 evidenciando a falta de uniformidade na aplicação.

## Falha do selante

- silicone acético
- poliuretano com plastificante extramolecular







# NBR 15.757-3

## Edificações habitacionais — Desempenho

### Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos

#### 3.11

##### sistema de piso

sistema horizontal ou inclinado (ver Figura 1) composto por um conjunto parcial ou total de camadas (por exemplo, camada estrutural, camada de contrapiso, camada de fixação, camada de acabamento) destinado a atender à função de estrutura, vedação e tráfego, conforme os critérios definidos nesta parte da ABNT NBR 15575



Figura 1 – Exemplo genérico de um sistema de pisos e seus elementos

### 3.12

#### impermeabilização do sistema de piso

conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas com a finalidade de proteger as construções contra a ação destrutiva por fluidos, vapores e umidade

## 10 Estanqueidade

### 10.1 Generalidades

**A água é o principal agente de degradação** de um amplo grupo de materiais de construção. Ela está presente no solo, na atmosfera, nos sistemas e procedimentos de higiene da habitação e, portanto, em contato permanente com alguns dos seus elementos ou sistemas.

**O controle adequado da umidade** em uma edificação habitacional ou sistema **é a chave para o controle de muitas manifestações patológicas que abreviam sua vida útil, reduzindo seu valor de uso e de troca de uma habitação.**







Eng. José Eduardo Granato - VIAPOL

# 15.575-5

## I.3.2 Critério – Estanqueidade e durabilidade para SC impermeabilizado

É recomendável que o SC apresente durabilidade conforme Tabela I.3, para os níveis intermediário (I) e superior (S). O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 10.1.5).

**Tabela I.3 – Níveis de desempenho**

Período em anos	Nível
5	M
8	I
12	S

# Desempenho da impermeabilização frente a durabilidade

NBR 9575- 2010 Impermeabilização –  
Seleção e projeto

NBR 9574-2009 Execução de  
impermeabilização

**Não contemplam requisitos de vida útil e  
desempenho**

# Requisitos de norma

## Norma NBR 9952- Mantas Asfálticas

- Tração: 400N; Alongamento: 30%

## Norma NBR 13381- Impermeabilizantes Acrílicos

- Tração: 150N; Alongamento: 130%

## Norma NBR 15487- Sistemas em Poliuretano

- Tração : 2 MPa ( equivale a 200N numa espessura de 2mm x 50 mm)
- Alongamento: 90%

**Por que produtos com tão distintos parâmetros são adequados para aplicação numa mesma laje de cobertura por exemplo?**



# Proposta

- Uma nova abordagem do problema de escolha de materiais ou sistemas para impermeabilização tem sido adotada na Europa pela EOTA- Organization for Technical Approvals.
- Parte dos requisitos mínimos a que os materiais (ou sistemas) devem atender para que possam ser aplicados em determinadas condições da edificação.

- A partir de critérios que estão contidos nas ETAG's – European Technical Approval Guidelines se definem aspectos não contemplados nas atuais normas brasileiras; tais como campo de aplicação, espessuras mínimas para materiais, limitações de uso, condicionantes para aplicação em obra, etc.

Como exemplo podemos citar a ETAG nº005 que faz referência a impermeabilizações de coberturas. Nesse documento são listados os seguintes aspectos:

- Reação ao Fogo
- Expectativa de vida útil
- Zona climática onde está situada a obra
- Acessibilidade ao sistema impermeabilizante

## ETAG nº005

- Inclinação da cobertura
- Temperatura reinante sobre a cobertura
- Carregamentos estáticos e dinâmicos
- Fadiga
- Resistência ao envelhecimento por ação de calor e por radiação

## ETAG nº005

- Um aspecto bastante importante diz respeito ao **período de validade da aprovação do material ou sistema para uso como impermeabilizante.**
- Nesse período são feitas avaliações de desempenho que servirão de subsídio para revalidação ou não do emprego do material e as eventuais mudanças a serem inseridas no próximo **Relatório de Aprovação.**

- Essa nova abordagem da impermeabilização vem se ajustar bem à nova Norma de Desempenho das Edificações- NBR 15575, que propõe também desempenho para áreas molhadas, molháveis e para estruturas que devem conter a água, como por exemplo piscinas e reservatórios de água.

# Patologia das Construções

## Causas dos Problemas Patológicos em Estruturas de Concreto

Fontes de Pesquisa	Projeto	Materiais	Execução	Outras
Edward Grunau	44%	18%	28%	10%
D.E.Allen (Canadá)	55%	⇐ 49% ⇒		
C.S.T.C. (Bélgica)	46%	15%	22%	17%
C.E.B. Boletim 157	50%	⇐ 40% ⇒		10%
FAAP – Verçoza Brasil)	18%	6%	52%	24%
B.R.E.A.S.(Reino Unido)	58%	12%	35%	11%
Bureau Securitas	⇐ 88% ⇒			12%
E.N.R. (USA)	9%	6%	75%	10%
S.I.A. (Suíça)	46%		44%	10%
Dov Kaminetzky	51%	⇐ 40% ⇒		16%
Jean Blévat (França)	35%		65%	
L.E.M.I.T. (Venezuela)	19%	5%	57%	

# Patologia das Construções

<b>Natureza das falhas</b>	<b>Bélgica</b>	<b>Grã-Bretanha</b>	<b>Suíça</b>
Umidade	27	53	10
Deslocamento	16	14	28
Fissuração	12	17	27
Instalações	12	-	17
Diversos	33	16	18



# Patologias do concreto armado







# Falha de concretagem





# “Pequeno” ninho de concretagem



# CORROSÃO DA ESTRUTURA



# CORROSÃO DA ESTRUTURA





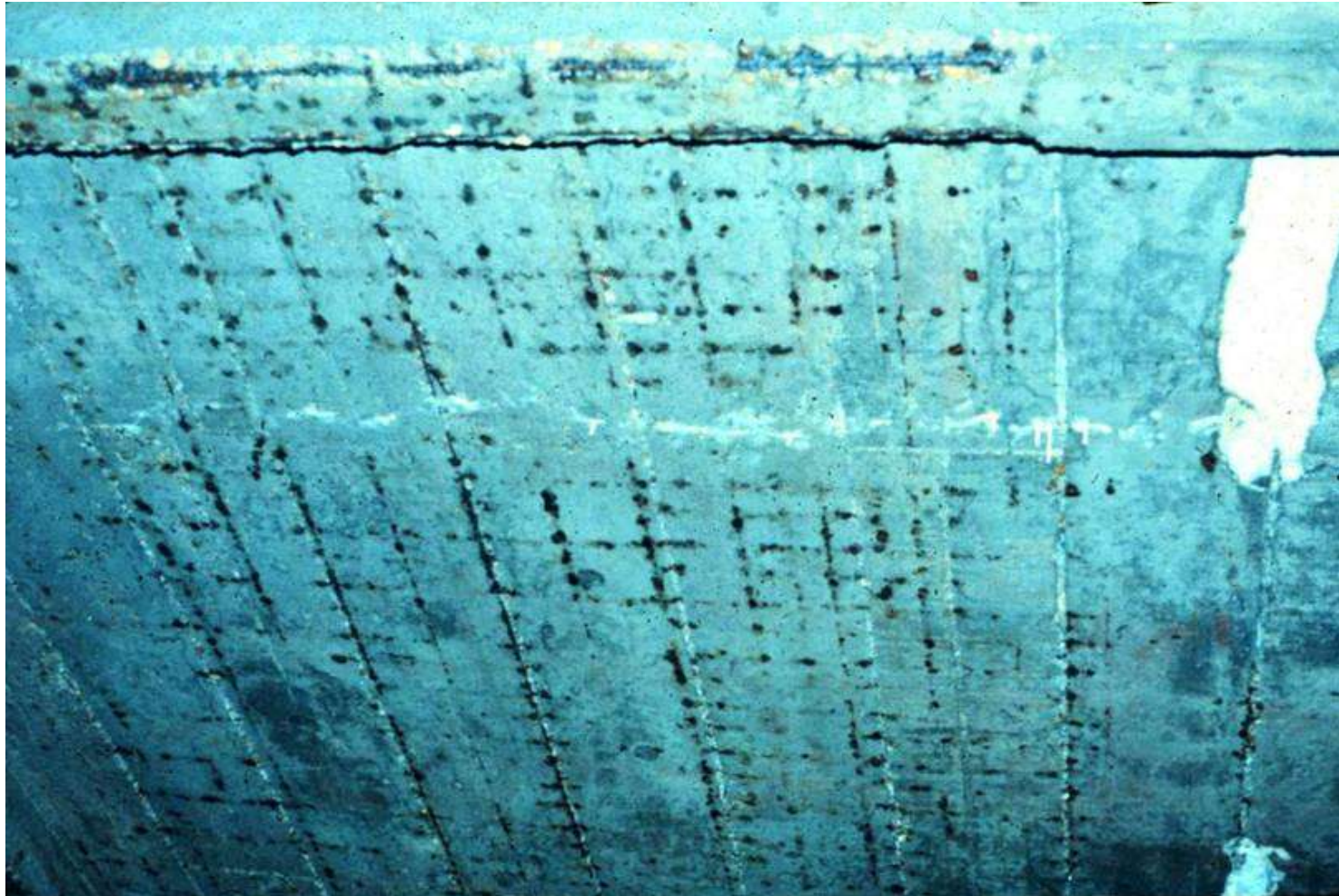


# Posicionamento das armaduras





## Teto de reservatório – cobrimento das armaduras



# NBR 6118

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 1)			
		I	II	III	IV <sup>1)</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>2)</sup>	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido <sup>1)</sup>	Todos	30	35	45	55

<sup>1)</sup> Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

<sup>2)</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos, e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas pelo item 7.4.7.5 respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>3)</sup> Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$ mm.

# Requisitos dos produtos e execução da impermeabilização

# Lei 8.078 Código de Proteção e defesa do consumidor

## Artigo 39 inciso VIII

*“É vedado ao fornecedor de produtos e serviços: colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as **normas** expedidas pelos órgãos oficiais competentes, ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - COMETRO”.*

# Lei 8.078 Código de Proteção e defesa do consumidor

## Artigo 36 Publicidade

*“O fornecedor, na publicidade de seus produtos e serviços, manterá, em seu poder, para informação dos legítimos interessados, os dados fáticos, técnicos e científicos que dão sustentação à mensagem”.*



# Lei 8.078 Código de Proteção e defesa do consumidor

## Artigo 37 - Propaganda enganosa

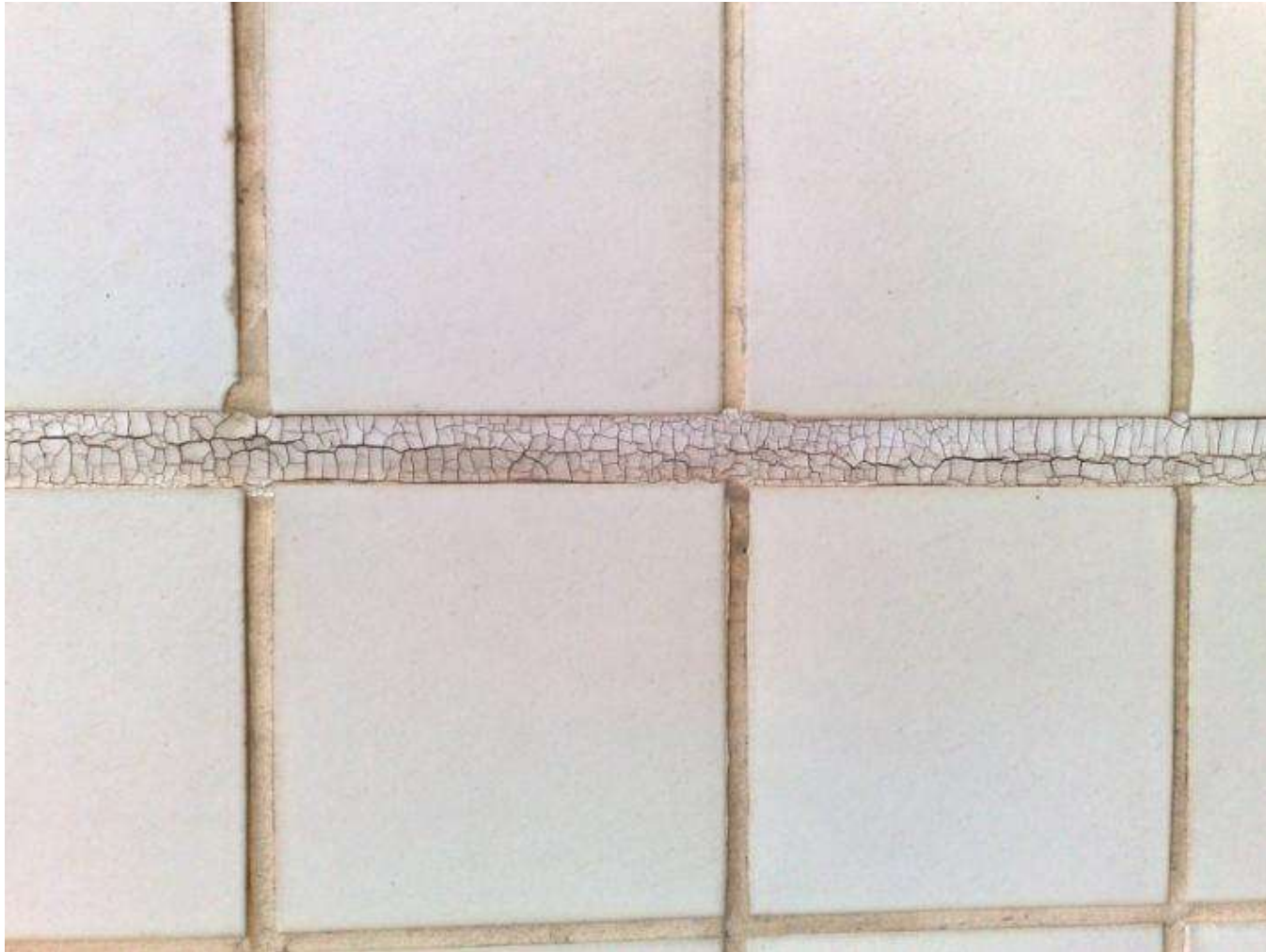
*§1º “É enganosa qualquer modalidade de informação ou comunicação de caráter publicitário, inteira ou parcialmente falsa, ou, por qualquer outro modo, mesmo por omissão, capaz de induzir em erro o consumidor a respeito da natureza, característica, qualidade, quantidade, propriedades, origem, preço e quaisquer outros dados sobre produtos e serviços”.*

## Lei 8.078 Código de Proteção e defesa do consumidor

### Artigo 37 - Propaganda enganosa

*§3º “Para efeito deste Código, a publicidade é enganosa por omissão quando deixar de informar sobre dado essencial do produto ou serviço”.*

# Envelhecimento. Ataque por UV (Ultra violeta)



# Assessoria técnica



## RESISTÊNCIA DE IMPERMEABILIZANTES À AÇÃO PERFURANTE DE RAÍZES



## RESISTÊNCIA DE IMPERMEABILIZANTES À AÇÃO PERFURANTE DE RAÍZES



## Falhas da impermeabilização é a ação perfurante das raízes da vegetação das coberturas verdes



A aplicação de tintas à base de alcatrão sobre a proteção mecânica das impermeabilizações são muitas vezes adotadas, sem contudo resolver o problema, já que as raízes podem penetrar nas trincas e fissuras da argamassa de proteção mecânica.



- Cancerígeno
- Passivo ambiental





## Conclusões

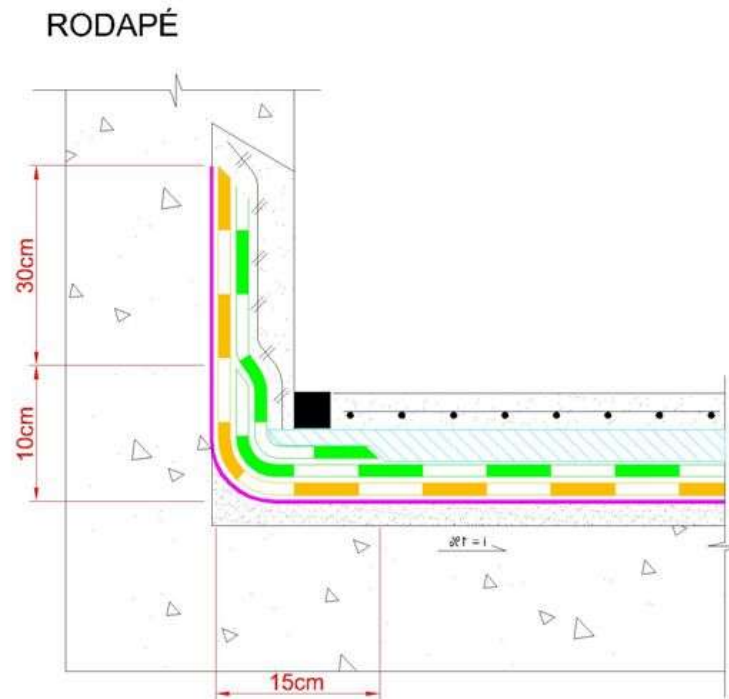


# Desempenho da impermeabilização

- **Projeto de impermeabilização**
- **Qualidade de materiais e sistemas**
- **Qualidade de execução**
- **Qualidade da construção**
- **Fiscalização e controle**
- **Preservação/manutenção**

# Desempenho da impermeabilização

- Projeto de impermeabilização



# Projeto de impermeabilização



# Qualidade de materiais e sistemas de impermeabilização



# Qualidade de execução da impermeabilização



# Qualidade da construção



# Danos por outros empreiteiros da obra





# Fiscalização e controle



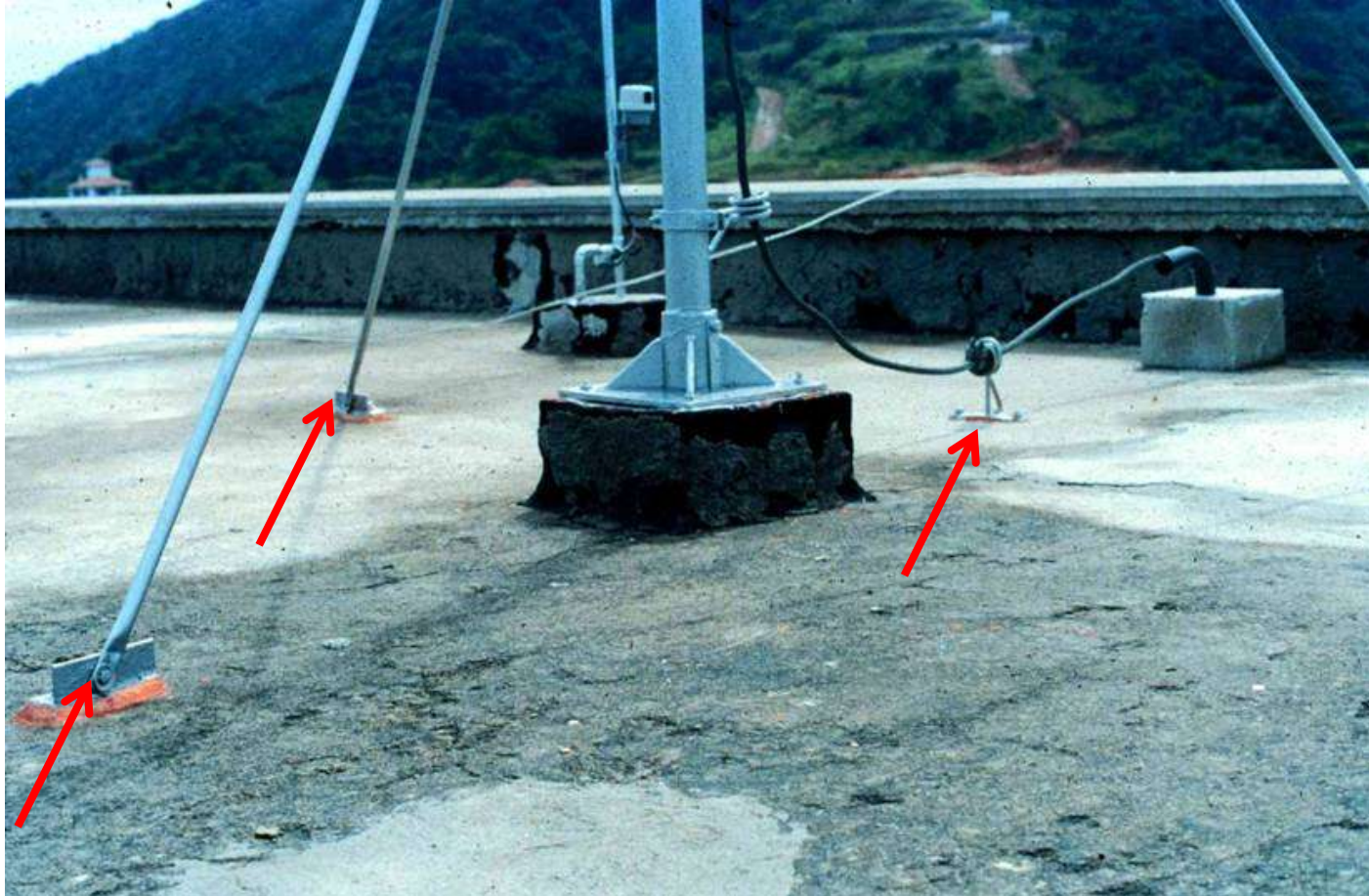
**Não fez o reforço na meia cana com manta asfáltica e não queimou o filme de polietileno para aderência da manta.**

**Baixa queima do polietileno da manta asfáltica, propiciando o destacamento do substrato.**



# Preservação da impermeabilização

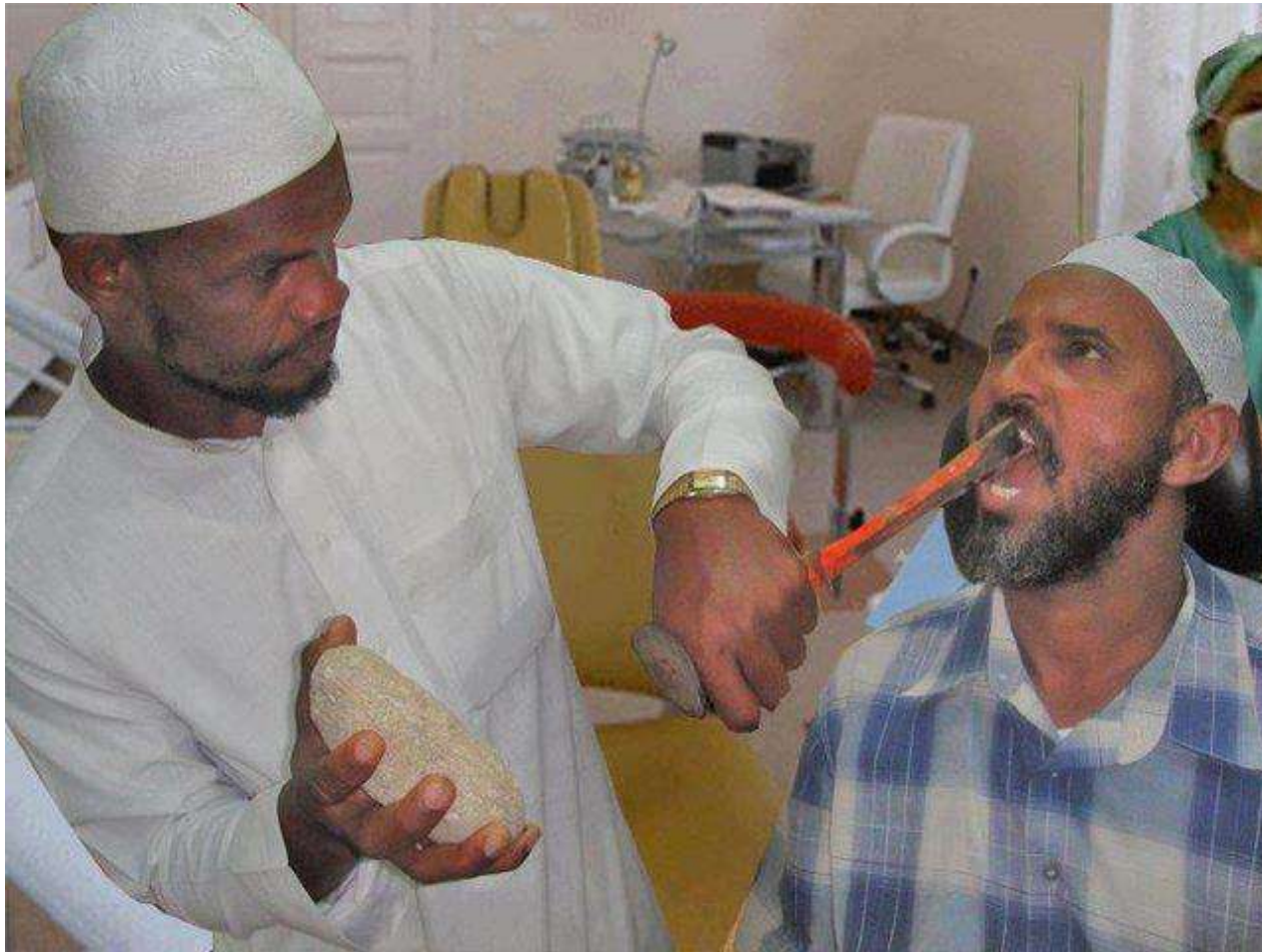
Furos nos pontos dos de fixação de antena



# VAZAMENTOS EM LAJES



# Contratar empresas idôneas



# Manutenção da impermeabilização



# Manutenção da impermeabilização



## RESISTÊNCIA DE IMPERMEABILIZANTES À AÇÃO PERFURANTE DE RAÍZES



# VAZAMENTOS EM LAJES





Infiltração = corrosão das armaduras



# CORROSÃO DA ESTRUTURA



# VAZAMENTOS EM LAJES



# VAZAMENTOS EM LAJES





Eng. José Eduardo Granato - VIAPOL

# Informações claras para o consumidor



# Falha da impermeabilização = corrosão das armaduras



**Imagem 36/41:** 7.fev.2012 - Imagem mostra cratera em interior de edifício que desabou parcialmente em São Bernardo do Campo (SP), no início da noite de ontem. Uma criança morreu e uma enfermeira ainda está desaparecida **MAIS** Alex Rodrigues/Corpo de Bombeiros.

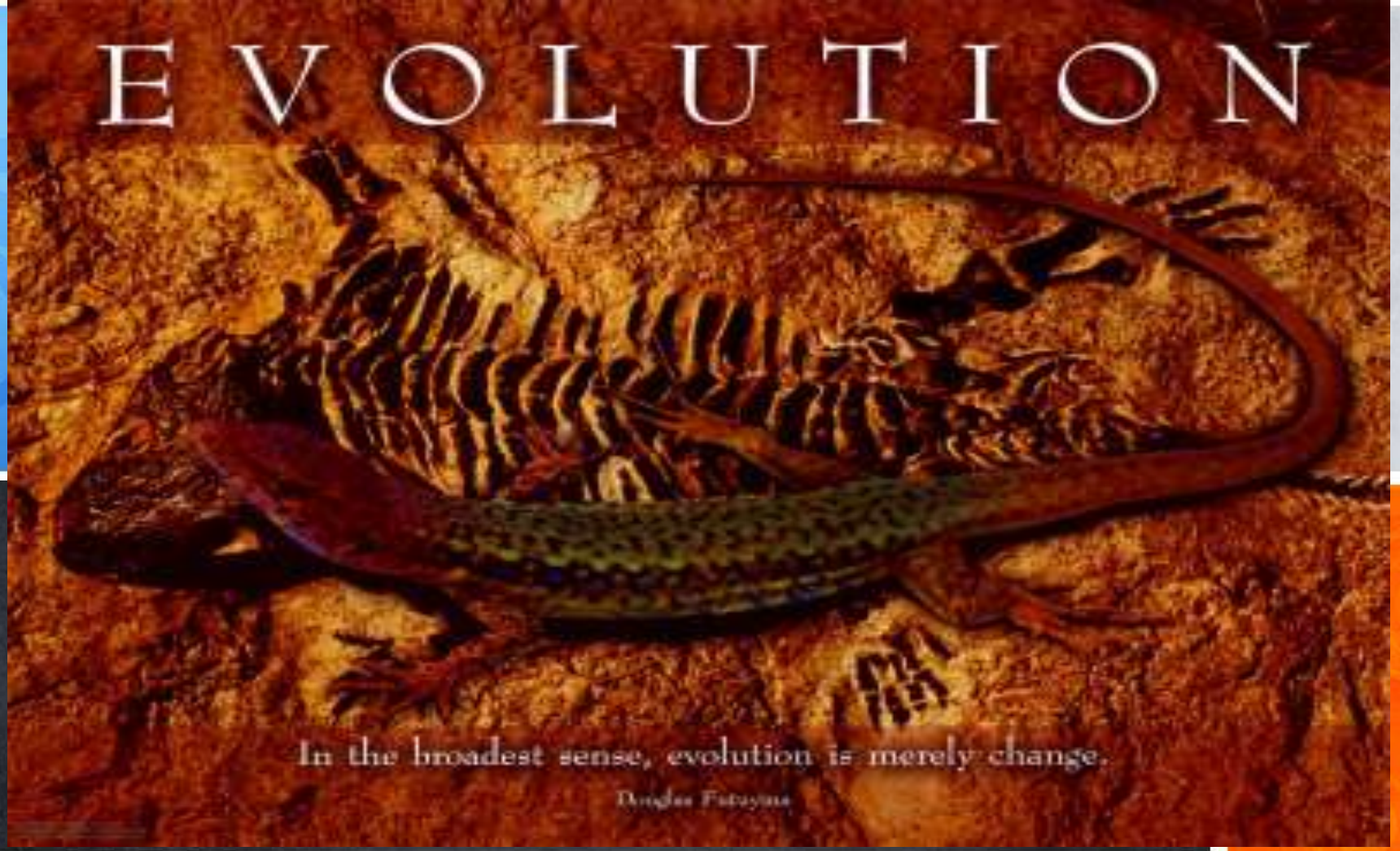
# Durabilidade







# EVOLUTION



*In the broadest sense, evolution is merely change.*

*Douglas Futuyma*



OBRIGADO !

