

Nº 176718

Segurança nas edificações

**Luciana Alves de Oliveira
Deives Junior de Paula**

*Palestra ministrada em atendimento à solicitação
da Defesa Civil de Rio Claro, através da
Plataforma IPT Pró Municípios. Rio Claro/SP,
16/03/20*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

Segurança nas Edificações

Luciana A. de Oliveira

Engenheira Civil, Dra

luciana@ipt.br

LCSC

Deives Junior de Paula

Engenheira Civil, Ms

dpaula@ipt.br

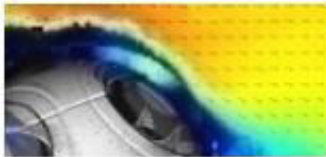
LSFEX

CETAC/IPT

Centros Tecnológicos

🏠 > Centros Tecnológicos

Centros Tecnológicos



CTMetro

Centro de Metrologia
Mecânica, Elétrica e de
Fluidos



CQuiM

Centro de Química e
Manufaturados



CIAM

Centro de Tecnologia da
Informação, Automação e
Mobilidade



CT-OBRAS

Centro de Tecnologia de
Obras de Infraestrutura



CT-FLORESTA

Centro de Tecnologia de
Recursos Florestais



CTMM

Centro de Tecnologia em
Metalurgia e Materiais



CTMNE

Centro de Tecnologia
Mecânica, Naval e Elétrica



CTGeo

Centro de Tecnologias
Geoambientais



CETAC

Centro Tecnológico do
Ambiente Construído



BIONANO

Núcleo de
Bionanomanufatura



LEL

Núcleo de Estruturas Leves

CETAC



Segurança nas Edificações

- Segurança estrutural
- Segurança ao uso e operação
- Segurança contra incêndio



Cases

<https://globoplay.globo.com/v/6463733/>

telha ecológica

<https://www.youtube.com/watch?v=0z3vRtpH9Cg>

Painéis de alumínio

<https://www.youtube.com/watch?v=tGD93f39isA>

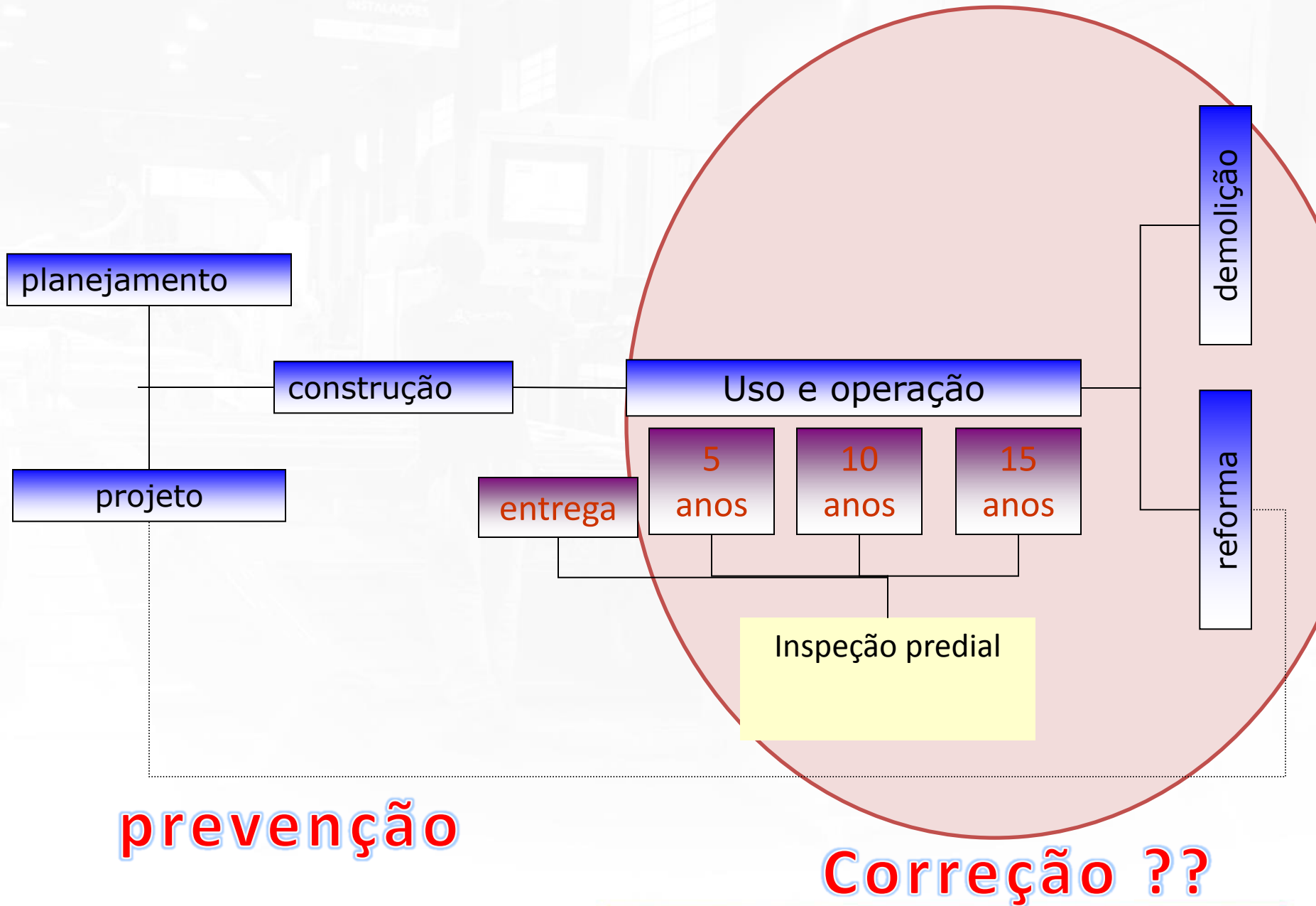
Vidro refletivo

O ciclo de vida das Edificações

AS DECISÕES
TOMADAS NESSA FASE
TEM REFLEXOS QUE SE
PERPETUAM AO
LONGO DE TODO O
CICLO DE VIDA DO
EDIFÍCIO.



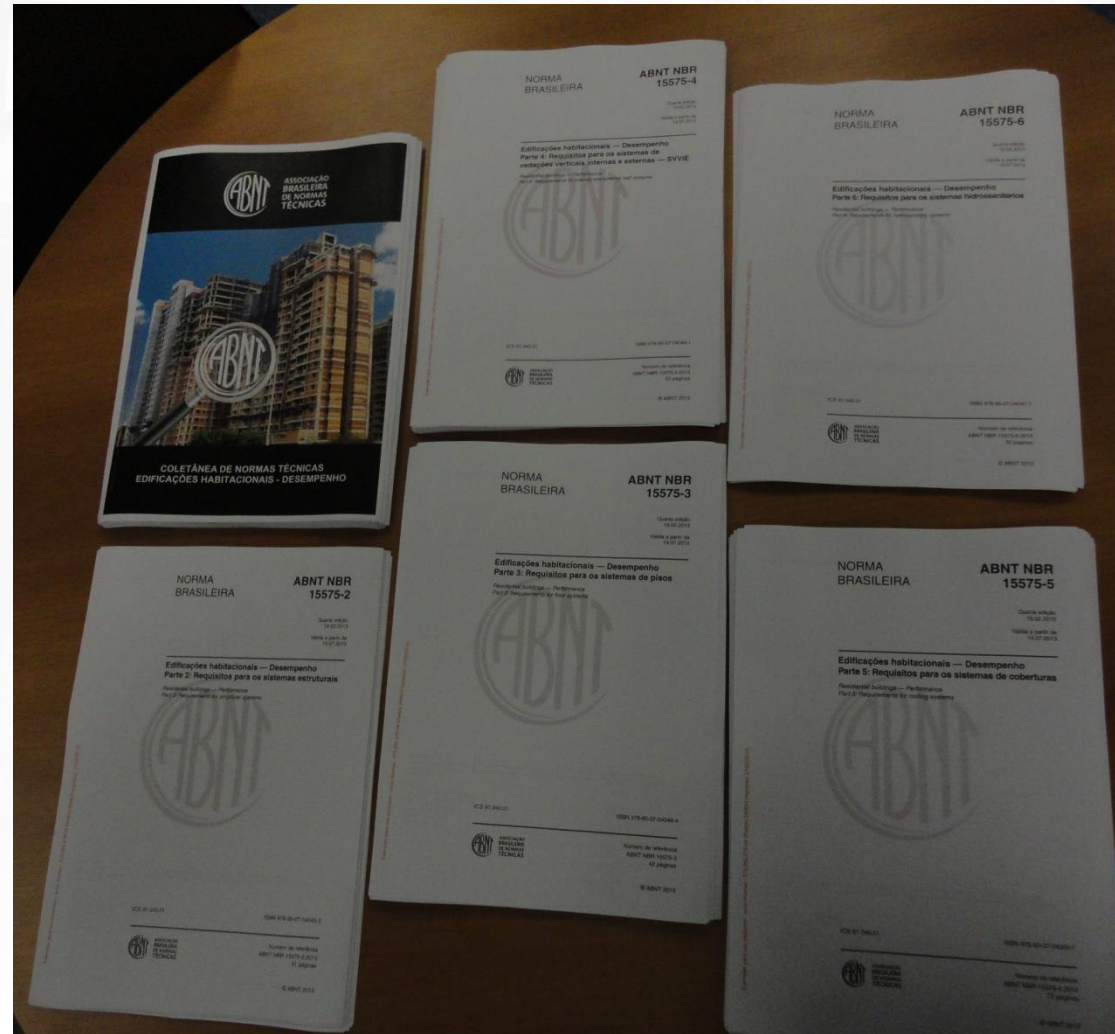
Esquema ciclo de vida da construção / processo de produção e uso





NBR 15.575

1. Geral
2. Estrutura
3. Pisos
4. Vedações verticais
5. Cobertura
6. Instalações



IMPORTANTE SOBRE A NBR 15575

Exigências do usuário

A) SEGURANÇA

1. Segurança estrutural
2. Segurança contra o fogo
3. Segurança no uso e operação

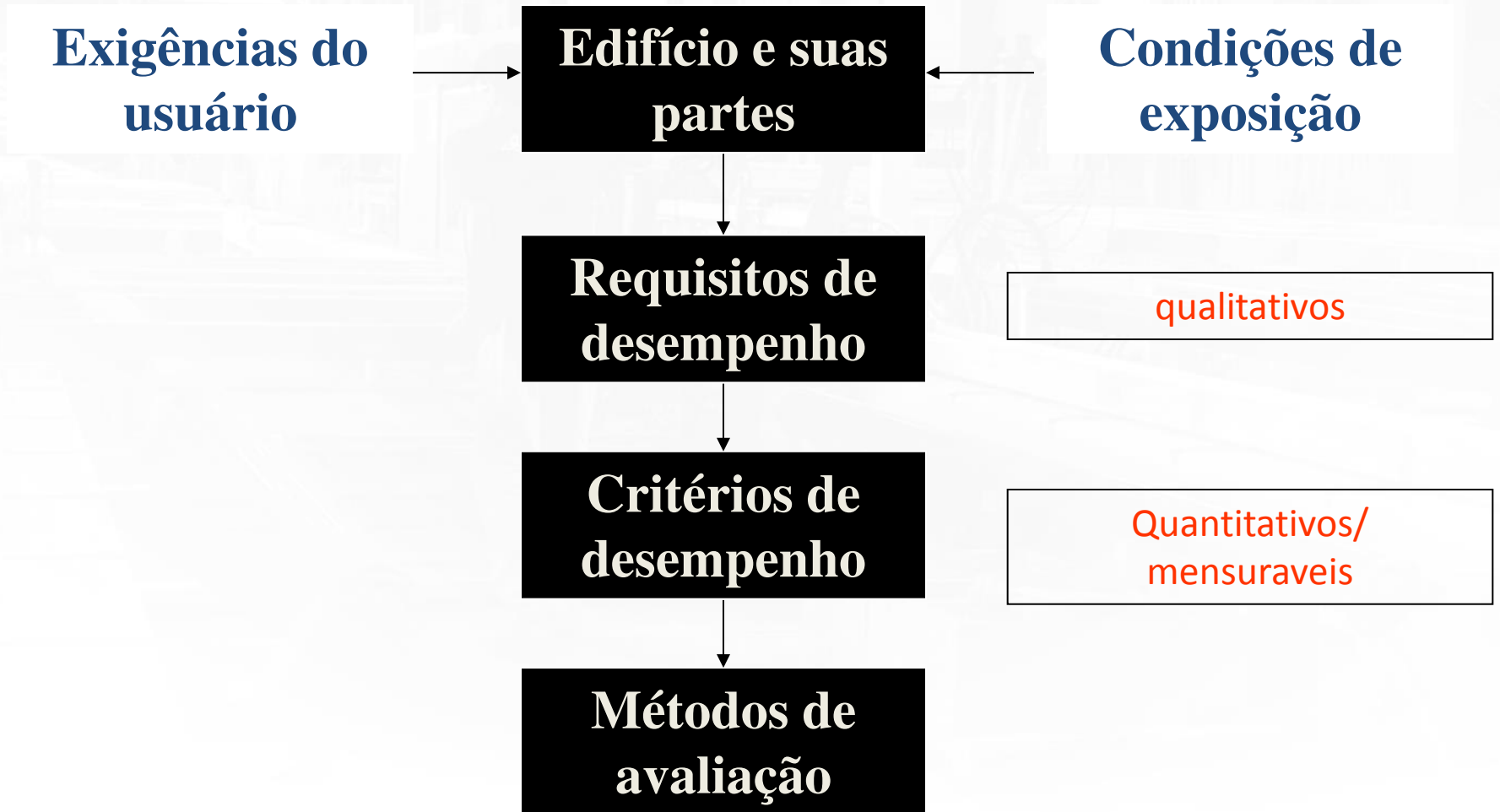
C) SUSTENTABILIDADE

12. Durabilidade
13. Manutenibilidade
14. Adequação ambiental

B) HABITABILIDADE

4. Estanqueidade
 5. Desempenho higrotérmico
 6. Desempenho acústico
 7. Desempenho lumínico
 8. Saúde e higiene
 9. Funcionalidade e acessibilidade
 10. Conforto tátil
 11. Qualidade do ar
-

ESTRUTURA DA NORMA DE DESEMPENHO



NBR 15575:2013 Desempenho de edificações habitacionais

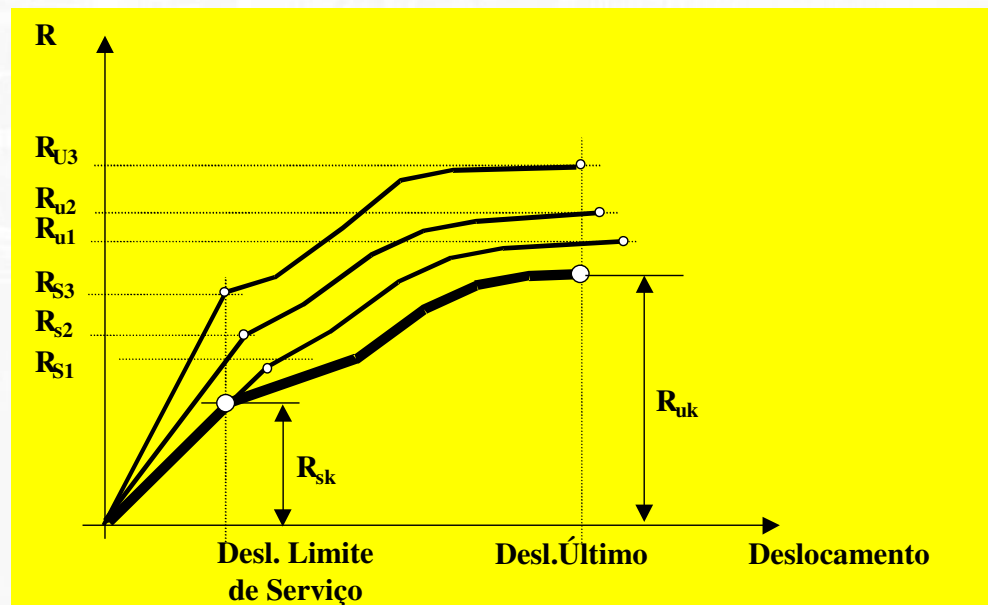
Publicação: 19/02/2013 Exigibilidade: 19/07/2013

- **A norma não se aplica a:**
 - **Obras já concluídas e construções pré-existentes;**
 - **Obras em andamento na data da entrada em vigor da norma;**
 - **Projetos protocolados nos órgãos competentes até a data da entrada em vigor da norma;**
 - **Obras de Reformas ou retrofit;**
 - **Edificações provisórias.**
-

NBR 15575:2013 Desempenho de edificações habitacionais

ABRANGÊNCIA

A ABNT NBR 15575 aplica-se a edificações habitacionais **com qualquer número de pavimentos** geminadas ou isoladas, construídas com **qualquer sistema construtivo** com eventuais ressalvas necessárias no caso de exigências ou procedimentos de ensaio aplicáveis somente para edificações de até cinco pavimentos ou unidades unifamiliares (casas térreas e sobrados)



NBR 15575:2013 Desempenho de edificações habitacionais

ABRANGÊNCIA

Os requisitos e critérios de desempenho são válidos em todo o território nacional, considerando-se as especificidades regionais do Brasil, do ponto de vista cultural (peças suspensas – redes), das zonas bioclimáticas (Z1 a Z8 – NBR 15220) e da **agressividade ambiental** (nem sempre é simples definir).



Jurisprudência para todos os tipos de edificações

Requisitos gerais

3.1 - Implantação da obra

ITEM 6.3 - PT 1

A NBR 15575 estabelece que, para edificações ou conjuntos habitacionais com local de implantação definido, os **projetos devem ser desenvolvidos com base nas características geomorfológicas do local**, avaliando-se convenientemente os riscos de deslizamentos, enchentes, erosões e outros.



Requisitos gerais



Agentes de risco	Há risco?		Providência recomendada pelo analista
	SIM	NÃO	
enchentes / sistema de drenagem urbana			
erosão			
deslizamentos			
presença de solos colapsíveis			
presença de solos expansíveis			
dolinas / piping / subsidência do solo			
crateras em camadas profundas			
desconfinamento do solo			
ocorrência significativa de matacões			
argilas moles em camadas profundas			
rebaixamento do lençol freático			
sobreposições de bulbos de pressão			
efeitos de grupo de estacas			
vendavais			
tremores de terra			
vibrações decorrentes da terraplenagem			
vibrações por vias férreas / autoestradas			
proximidade de aeroportos			

Analista:

Assinatura:

Local e data:



SEGURANÇA

Desempenho estrutural

Conceito alinhado com a NBR 15575

Enfoques

- estado limite último
- estados limite de utilização



Desempenho Estrutural

ESFORÇOS MECÂNICOS A CONSIDERAR

- 1) Cargas verticais e horizontais (cargas permanentes, acidentais, devidas ao vento, devidas ao uso)
 - 1.1) *Verificação da estabilidade global (estado limite ultimo)*
 - 1.2) *Verificação dos limites de deslocamentos/ falhas (estado limite de serviço)*
 - 2) Resistência a impactos de corpo mole e corpo duro (ELU e ELS)
 - 3) Resistência a cargas transmitidas por peças suspensas (paredes: pias, armários, redes/ forro: peças suspensas) – (ELU e ELS)
-

Proveniência das cargas/ações

fase: projeto x obra x uso



PROJETO

- Conhecimento dos riscos/entorno
- Previsão das cargas/ações
- Especificações adequadas, conforme normas vigentes

USO

- Distorções no uso
- Cargas inesperadas (enchentes, furacão, deslizamentos)
- Falta de inspeção/manutenção

OBRA

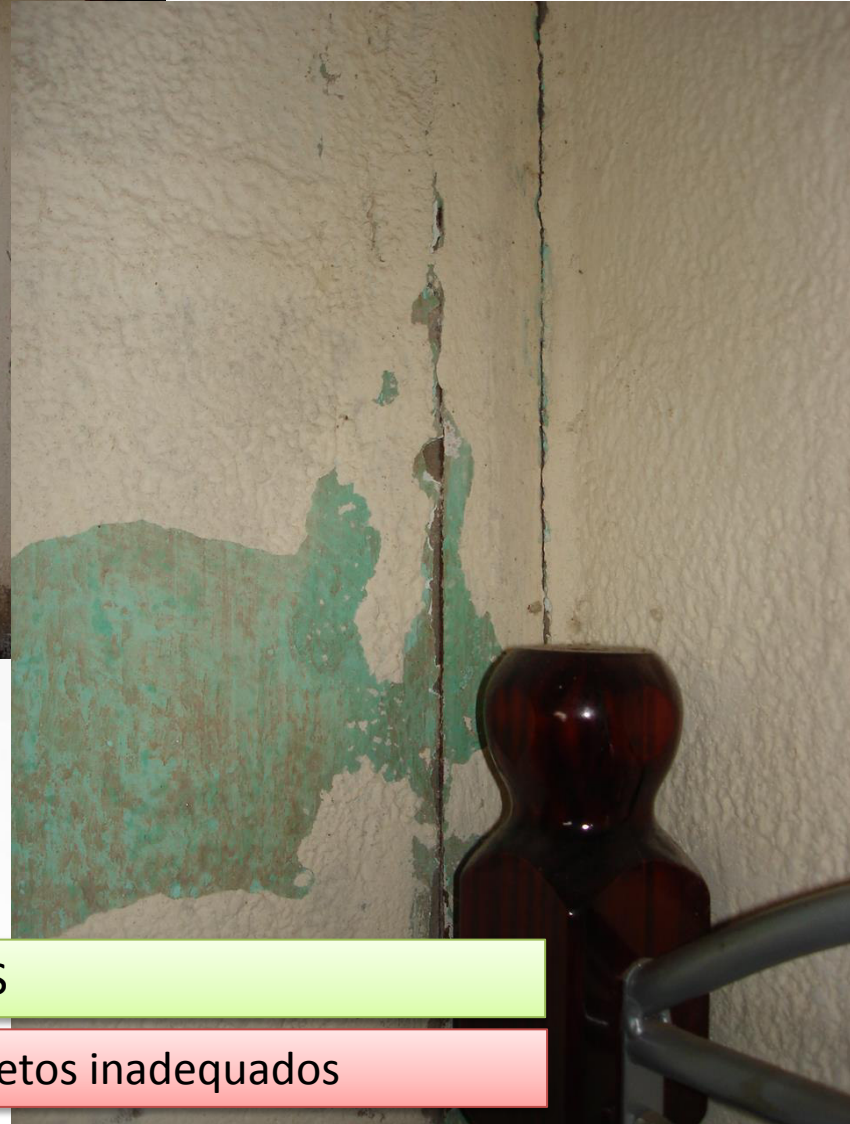
- Conformidade com projeto
- Qualidade dos materiais
- Qualidade de execução

Cargas verticais e horizontais (cargas permanentes, acidentais, devidas ao vento, devidas ao uso)



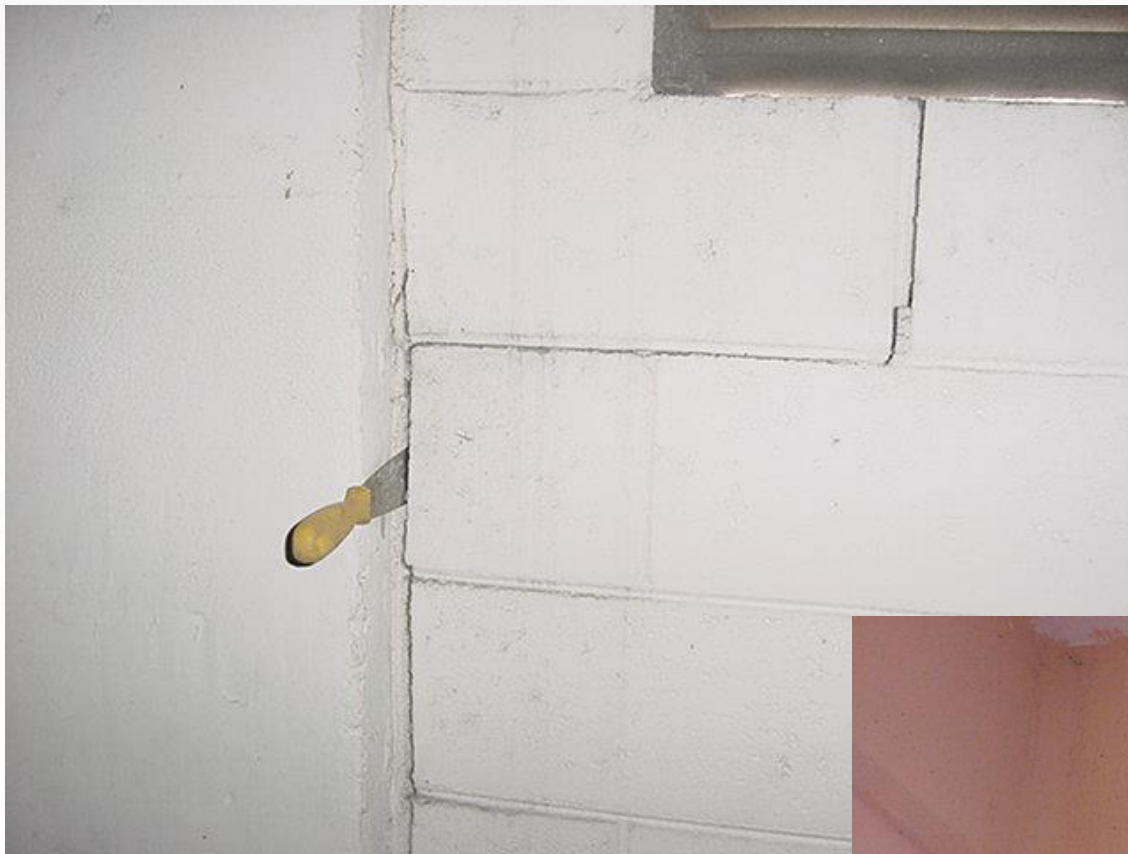
Ruptura – Comprometimento do estado limite último - ELR

Projetos inadequados



Comprometimento do estado limite de serviço - ELS

— Projetos inadequados



Comprometimento do estado limite de serviço

Projetos inadequados

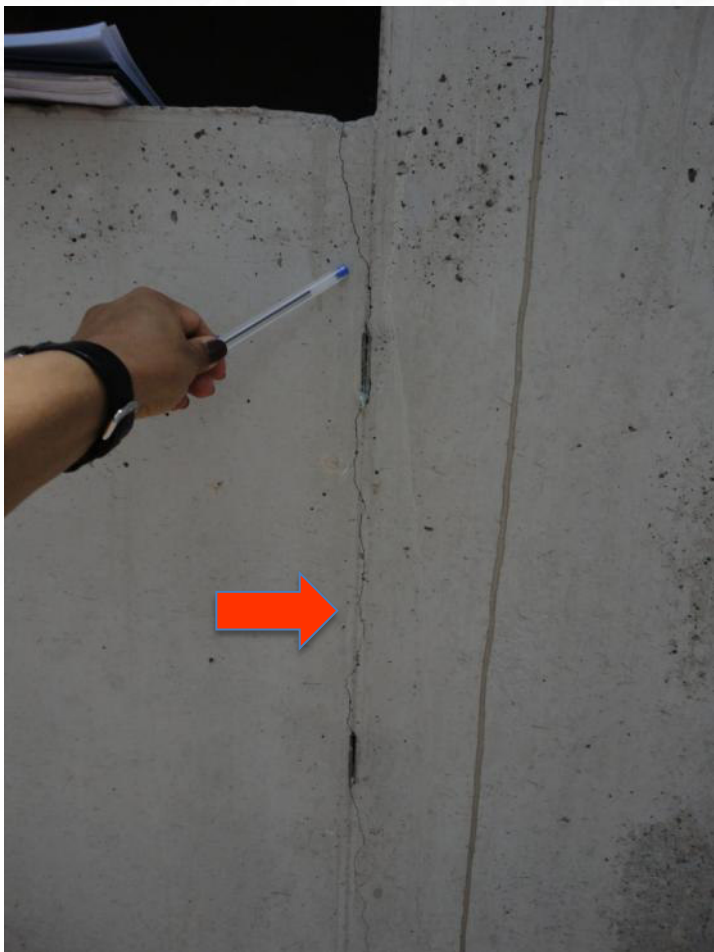


Obras com procedimentos inadequados também afetam a segurança do usuário e a segurança estrutural da edificação

Má qualidade da execução

Falhas construtivas - ELS

deslocamentos, fissuras e falhas que comprometam o livre funcionamento de componentes



Má qualidade da execução



Comprometimento do estado limite de serviço - ELS

Ações inesperadas durante o uso

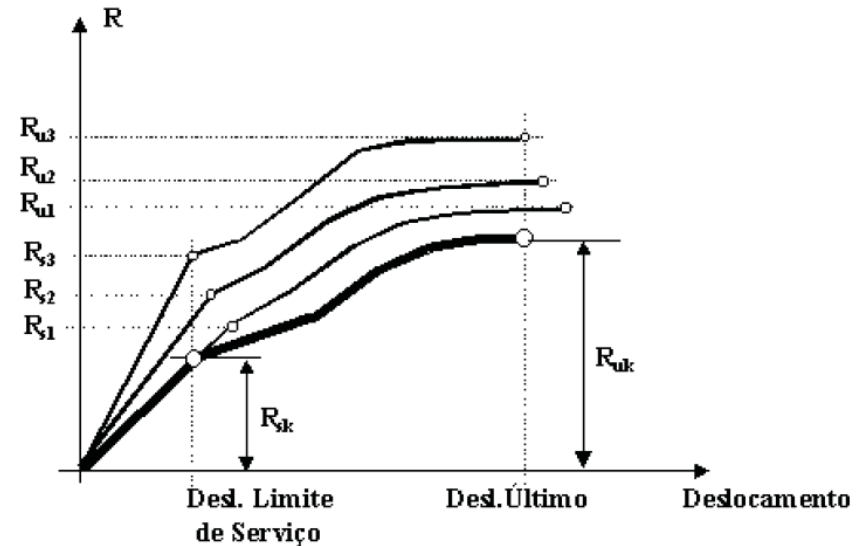
Normas existentes

Cargas permanentes e acidentais

- Análise do projeto estrutural, segundo Normas Brasileiras específicas e com as premissas de projeto indicadas em 7.2.1.2 NBR 15575-2. Dessa forma, devem ser atendidos os requisitos estabelecidos nas Normas:
 - ABNT NBR 6118 - estruturas de concreto;
 - ABNT NBR 6122- fundações;
 - ABNT NBR 7190 - para estruturas de madeira;
 - ABNT NBR 8800- estruturas de aço ou mistas;
 - ABNT NBR 9062 - estruturas de concreto pré-moldado;
 - ABNT NBR 10837 - alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto;
 - ABNT NBR 14762 - estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;.
 - Paredes c/ função estrutural: NBR 15961, 15812, 16055, 16475

Projetar...

- Tecnologias c/
comportamento
desconhecido fazer
ensaios (*gráfico: resistência x
deslocamento*) – **premissa
NBR 15575:2013**



$$R_{ud} = \left[R_{u1} - \frac{R_{u3} - R_{u1}}{2} \cdot \xi \right] \frac{1}{\gamma_m} \leq (1 - 0,2 \cdot \xi) \cdot R_{u1} \cdot \frac{1}{\gamma_m}$$

com $\gamma_m \geq 1,5$

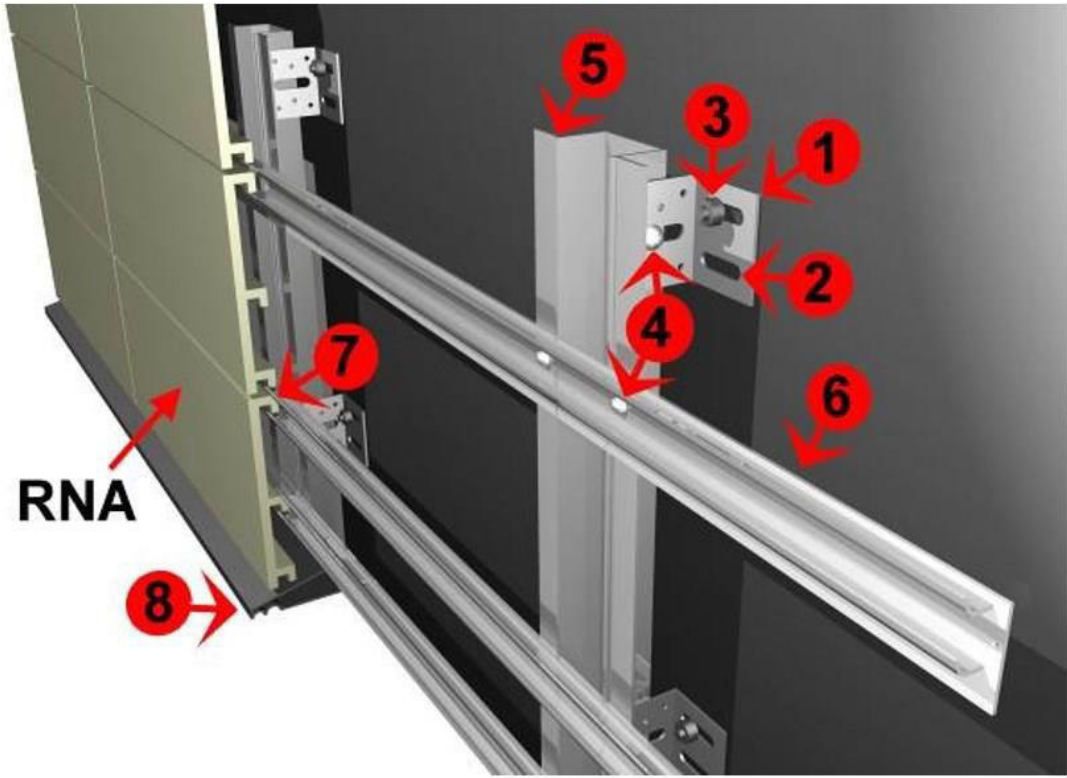
© Ensaio de compressão excêntrica em paredes (flexo-compressão)



©Ensaio de flexão em painéis de piso (laje) ou cobertura



Ensaio de carga de vento em elementos de fachada

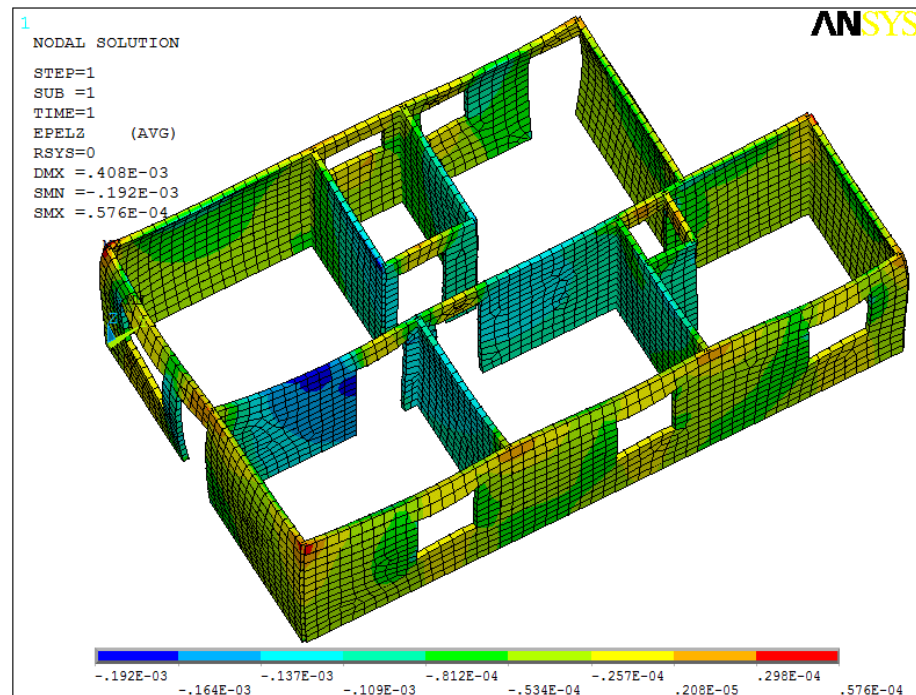
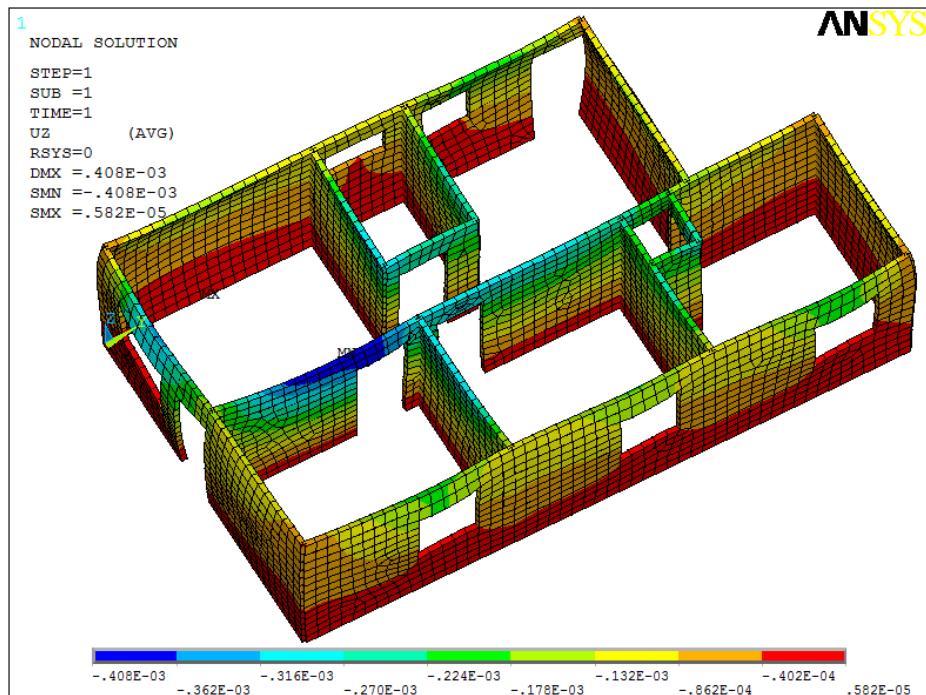


© Prova de carga



Tabela 1 – Valores máximos obtidos para as três provas de carga

Leitura	Residência 1	Residência 2	Residência 3
Deslocamento (mm)	0,19	0,23	0,18
Deformação ($10^{-6}\epsilon$)	180	205	170
Rotação (seg. de arco)	65	49	33



Desempenho Estrutural

Resistência a impactos de corpo mole



Suporte cantoneira L



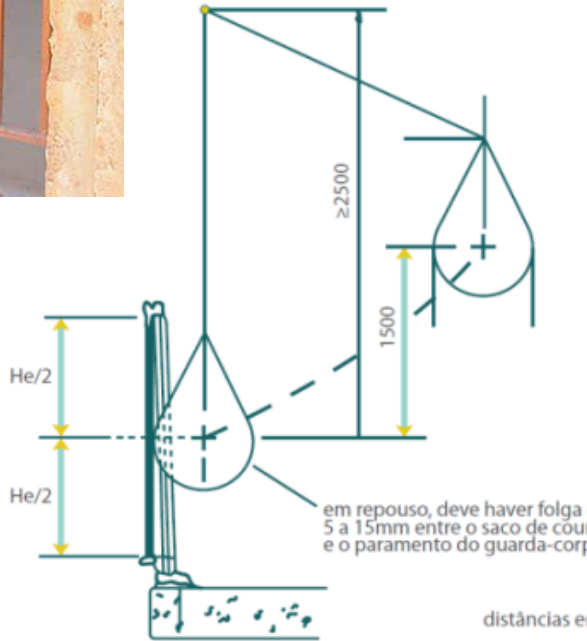
Desempenho Estrutural

Resistência de Guarda-corpos - Resistir a ações estáticas horizontais, verticais e de impacto

- Guarda-corpo de sacadas
 - ancoragens à estrutura
 - distância entre montantes (para tipo gradil)
 - placas de vidro laminado/ vidros de segurança
 - Parapeitos de janelas devem ser resistentes como as paredes



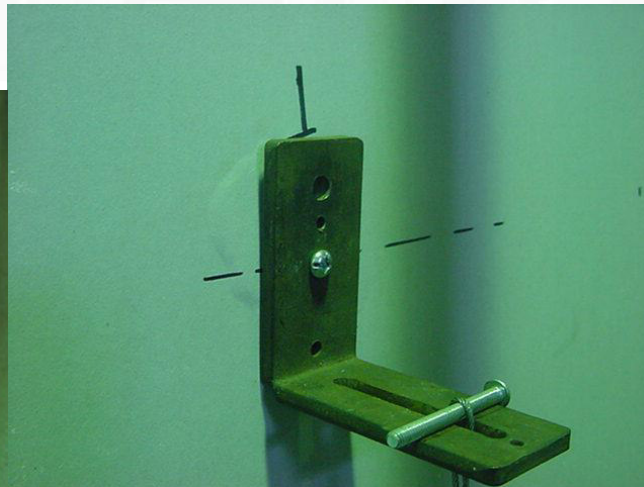
©Solicitações transmitidas por peças suspensas;



©Solicitações transmitidas por peças suspensas



©Solicitações transmitidas por peças suspensas;



Reforços de peças
suspensas

Problemas x segurança estrutural:

cargas permanentes, acidentais, impactos e peças suspensas

Problemas

- Ruptura de elementos
- Queda de partes da edificação
- Deslocamentos excessivos
- Fissuras/Trincas
- Perda de seção de armaduras /elementos metálicos / Corrosão

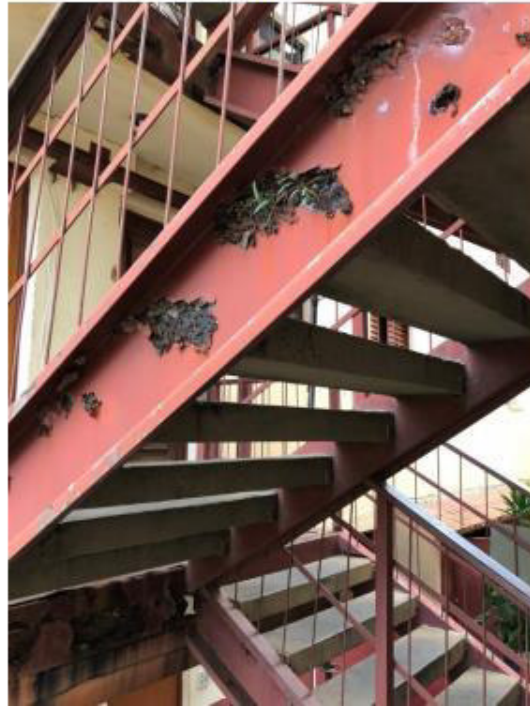
Possíveis causas

- Dimensionamento inadequados
- Recalques de fundação/deformação do solo
- Cargas não projetadas, como enchentes ou deslizamentos
- Agentes de degradação/clima e microclima do local

exemplos



Configurações típicas de fissuras causadas por recalques de fundação



Perda de seção em razão do processo de corrosão –
comprometimento do desempenho estrutural

- Rompimento da alvenaria



Interface Alvenaria x Estrutura



Critérios quanto a deslocamentos e falhas sob ação de cargas de serviço – NBR 15575:2013

Elemento	Solicitação	Critério
SVVIE com função estrutural	Cargas verticais: $S_d = S_{gk} + 0,7 S_{qk} + S_{wk}$ (desconsiderar S_{wk} no caso de alívio da compressão)	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$
SVVIE com ou sem função estrutural	Cargas permanentes e deformações impostas $S_d = S_{gk} + S_{gk}$	Não ocorrência de falhas, tanto nas paredes como nas interfaces da parede com outros componentes
SVVE (paredes de fachadas) com ou sem função estrutural	Cargas horizontais: $S_d^{(*)} = 0,9 S_{gk} + 0,8 S_{wk}$	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais ^(b) : $d_h \leq h/500$ (SVVE com função estrutural); $d_{hr} \leq h/2500$ (SVVE com função estrutural); $d_h \leq h/350$ (SVVE com função de vedação); $d_{hr} \leq h/1750$ (SVVE com função de vedação). Entende-se neste critério como SVVE as paredes de fachada

(*) No caso de ensaios de tipo considerar $S_d = S_{gk} + 0,8 S_{wk}$

(b) Para paredes de fachada leves ($G \leq 60 \text{ Kg/m}^2$), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro dos valores acima indicados nesta tabela.

onde:

h é altura do elemento parede;

d_h é o deslocamento horizontal instantâneo;

d_{hr} é o deslocamento horizontal residual;

S_{gk} é a solicitação característica devida a cargas permanentes;

S_{sk} é o valor característico da solicitação devida à deformação específica do material;

S_{qk} é o valor característico da solicitação devida a cargas acidentais ou sobrecargas de uso;

S_{wk} é o valor característico da solicitação devida ao vento.

Nota: estes limites aplicam-se, a princípio, a SVVIE destinados a edificações de até cinco pavimentos

Quanto a fissuras

- Fissuras capilares com abertura $< 0,4$ mm (colmatação)
 - Fissuras com abertura entre $0,4$ mm e $0,8$ mm (pintura + tela)
 - Fissuras com abertura maior do que $0,84$ mm e $1,0$ mm (recuperação com argamassa específica)
 - Trincas / destacamentos $> 1,0$ mm (procedimentos / avaliação específicos)
 - Quantidade de fissuras/trincas por área
-

SEGURANÇA

Segurança no uso e operação

Segurança no uso e operação

- Os sistemas não podem apresentar:
 - rupturas, instabilidades, tombamentos ou **quedas** que gerem risco a integridade física dos ocupantes ou transeuntes nas imediações do imóvel;
 - **partes expostas cortantes ou perfurantes;**
 - deformações e defeitos acima dos limites especificados nas NBR 15575-2 a NBR 15575-4;
 - Pisos lisos ou com irregularidades abruptas
 - Degradação de partes pelo processo de corrosão
 - etc

Segurança no uso e operação





Segurança no uso e operação

cobertura

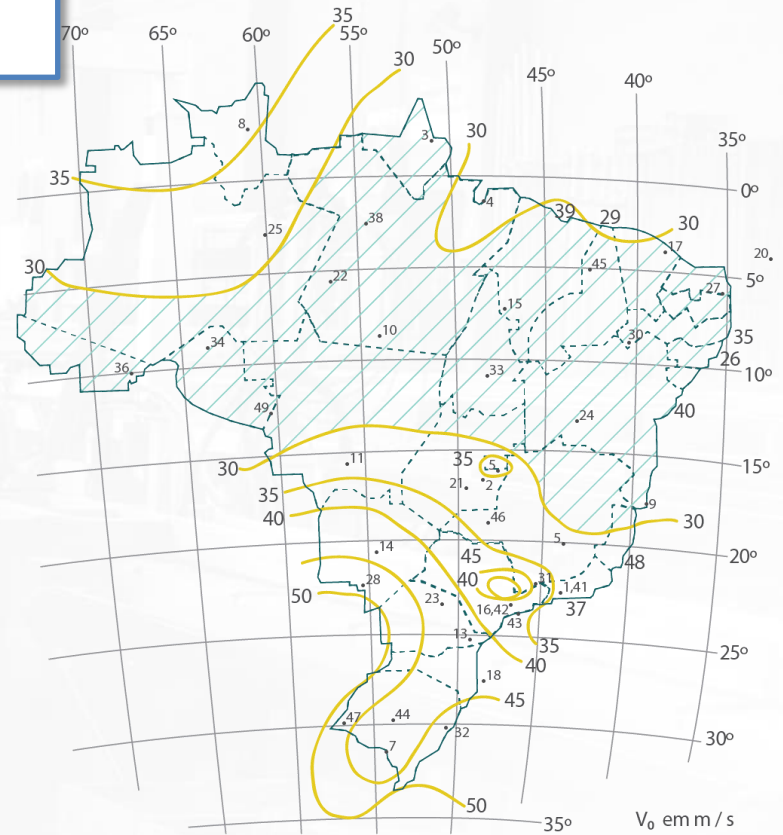
Segurança no uso e operação - possibilidade de caminhamento de pessoas

Carga (Kg)	Critérios da NBR 15.575-5 (2012)
0	Não podem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas
25	
50	
75	
100	
120	
Residual após 5 minutos	



*Carga concentrada aplicada sobre telhado, posicionada entre os perfis da estrutura (meio do vão)

Resistência à ação do vento



Considerar NBR 6123 (Forças devidas ao vento em edificações),



Corrosão acentuada dos degraus de escada



OBRIGADA
