

SEMINÁRIO NORMA DE DESEMPENHO: PROJETO,
ESPECIFICAÇÕES E CONTROLE DE EXECUÇÃO PARA
ATENDER A NORMA DE DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES



22 de maio de 2013



SECOVI SP
O SINDICATO DA HABITAÇÃO
Desde 1946

SindusCon  **SP**
o Sindicato da Construção



O que é preciso fazer para que as fachadas e paredes internas atendam aos requisitos de desempenho da NBR 15.575-4 ?

Luciana Oliveira - IPT
luciana@ipt.br

Requisitos de desempenho - vedações verticais

A) SEGURANÇA

1. Desempenho estrutural
2. Segurança contra incêndio
3. Segurança no uso operação

B) HABITABILIDADE

4. Estanqueidade à água
5. Desempenho térmico
6. Desempenho acústico

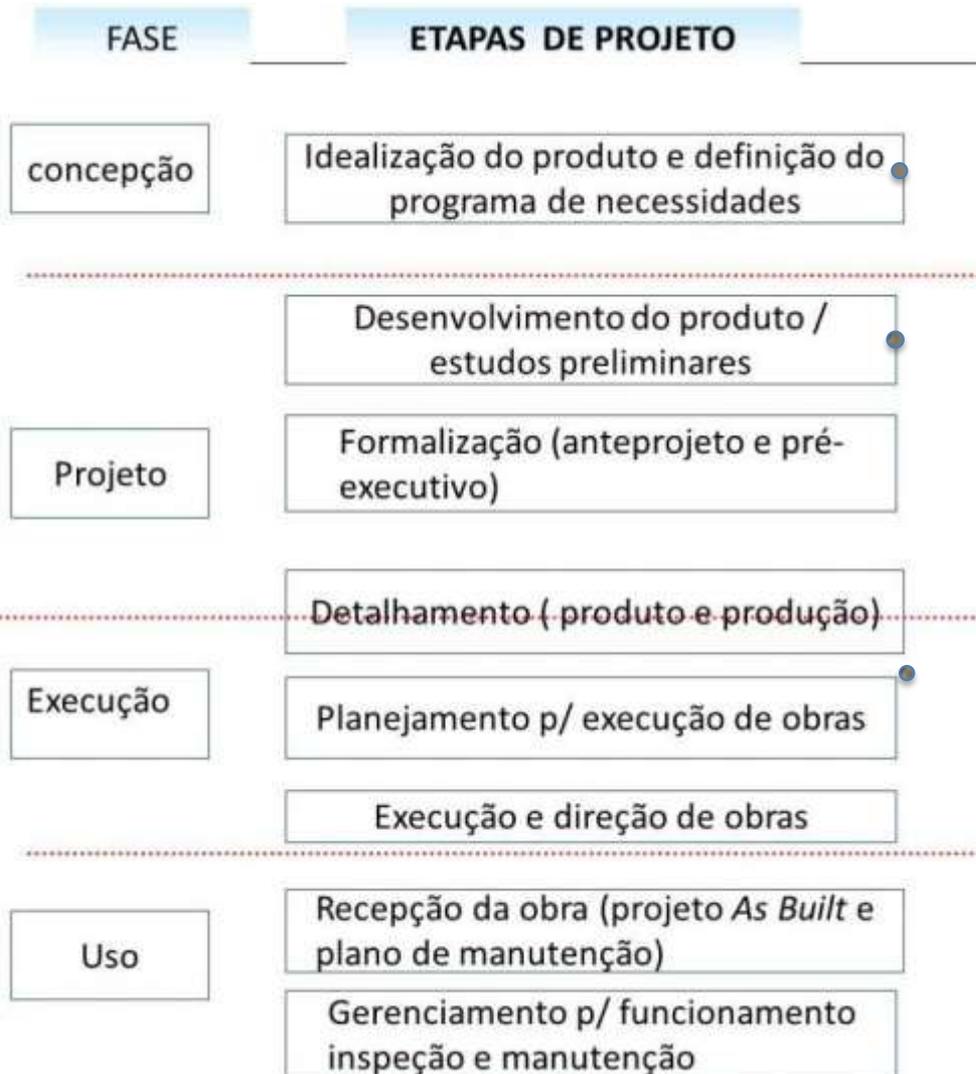
C) SUSTENTABILIDADE

6. Durabilidade
7. Manutenibilidade

Desempenho

X

processo de produção do edifício



Normas técnicas,
Códigos municipais,
outras exigências e
desempenho

Seleção da tecnologia
Benefícios custo / prazo
desempenho

Projeto para produção/
Controle da qualidade obra/
conformidade projetos/
desempenho

Desempenho

x

processo de produção do edifício

PROJETO

- ✓ Seleção tecnológica x desempenho
- ✓ Análise e solução de interfaces
- ✓ Memórias de cálculo disponíveis
- ✓ Projetos executivos detalhados
- ✓ Projetos para produção
- ✓ Plano de manutenção

OBRA

- ✓ Conformidade com projeto
- ✓ Controle da qualidade dos materiais (aceitação)
- ✓ Procedimentos de execução
- ✓ Definição de critérios de aceitação da obra

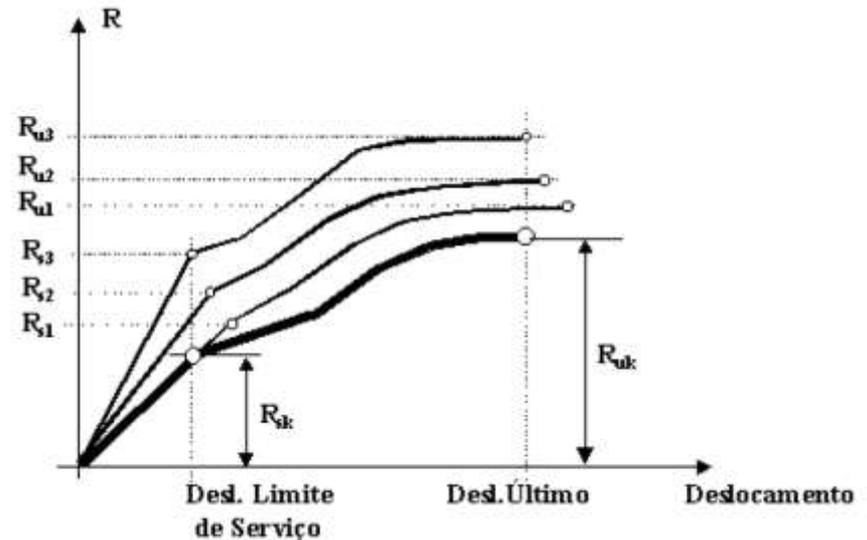
Informações e dados



Desempenho Estrutural

Estabilidade e resistência estrutural – Estado limite último

- ✓ Paredes c/ função estrutural
- ✓ Projeto estrutural - NBR 15961, 15812, 16055 (paredes estruturais)
- ✓ Tecnologias com comportamento desconhecido fazer ensaios (gráfico: resistência x deslocamento)



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

$$\text{com } \gamma_m \geq 1,5$$

Desempenho Estrutural

Estado limite serviço

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



Desempenho Estrutural

Estado limite serviço

Premissas

- ✓ Projetar interação laje-parede, verificando tempo de deformação da estrutura, ligações não rígidas, etc
- ✓ Projetar (cuidados nos escoramentos) vãos de portas e janelas, considerando flechas máximas, evitando comprometimento do funcionamento de portas e janelas
- ✓ Projetar com vergas/contra-vergas evitando surgimento de fissuras nas paredes
- ✓ Limitar deslocamentos/ desvios de prumo

Desempenho Estrutural

Resistência a impactos de corpo mole



Desempenho Estrutural

Resistência a impactos de corpo mole - paredes

Paredes pesadas

- ✓ Paredes com 14cm de espessura e $h \leq 3,00\text{m}$
 - concreto armado,
 - alvenaria de tijolos maciços
 - alvenaria de blocos cerâmicos vazados
 - alvenaria de bloco sílico-calcários
 - alvenaria de bloco de concreto celular
 - alvenaria de blocos de 9cm revestidas nas duas faces

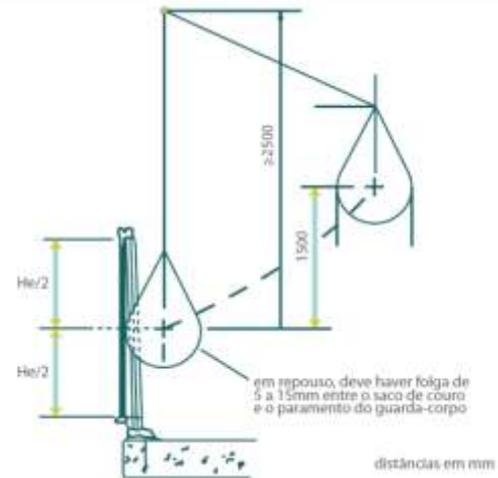
Paredes leves - Premissas

- ✓ Atendimento depende:
 - Espessura dos perfis
 - Distancia entre montantes
 - Espessura e quantidade da chapa de fechamento
 - Tratamento das juntas
 - Tipo de revestimento
- ✓ Informações?
 - NBR 15.758-1:2009 (drywall)
 - Datec 14,15 e 16
 - Fornecedores (ensaios 3ª parte)

Desempenho Estrutural

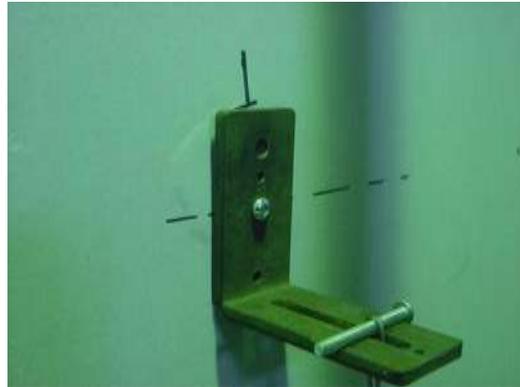
Resistência de Guarda-corpos - Resistir a ações estáticas horizontais, verticais e de impacto

- ✓ **Guarda-corpo de sacadas**
 - Dimensionamento adequado das ancoragens à estrutura
 - Avaliar distância entre montantes (para tipo gradil)
 - Somente placas de vidro laminado são vidros de segurança
 - Parapeitos de janelas devem ser resistentes como as paredes



Desempenho Estrutural

Resistência a peças suspensas



Desempenho Estrutural

Resistência a peças suspensas

Premissas de projeto

- ✓ Especificar os acessórios de fixação das peças suspensas
- ✓ **Especificar carga resistente da parede**
- ✓ Adotar coeficientes de segurança para cálculo das cargas de serviço (2,0 – carga aplicada por 24 horas; 3,0 – carga contínua até ruptura)

O que fazer????

- ✓ No caso de paredes c/ vazios internos, painéis sanduiches, e sistemas leves, é possível adotar **reforços** nas paredes
- ✓ Ensaaios podem considerar outros tipos de peças suspensas além da padrão

Desempenho Estrutural

Resistência a peças suspensas



: Vista lateral da parede após carregamento de 785 N (80 kgf).



Reforços de peças suspensas

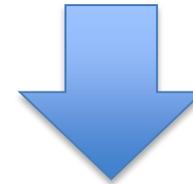
Ensaio – mão francesa padrão

Segurança contra incêndio

Reação ao fogo dos materiais de revestimento / acabamento das paredes



Resistência ao fogo das paredes / elementos de compartimentação horizontal



- TRRF= depende da altura
- Ocupação do edifício

Segurança contra incêndio

Reação ao fogo -revestimento

- ✓ Revestimento/acabamento da face interna e miolos isolantes (Classe I,II ou IIIA)
- ✓ Revestimentos/face externa das paredes de fachada (Classe I ou IIB)
- ✓ Materiais incombustíveis não precisam ser ensaiados (concreto, argamassa, revestimento de gesso, cerâmica, placa de rocha, etc)

**Materiais combustíveis:
Fornecedores/ ensaios**

Segurança contra incêndio

Reação ao fogo –revestimento

Painel sanduiche



**Materials combustíveis:
Fornecedores/ ensaios**

Segurança contra incêndio

Resistência ao fogo

REQUISITO

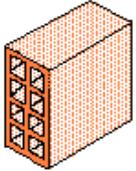
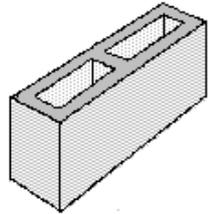
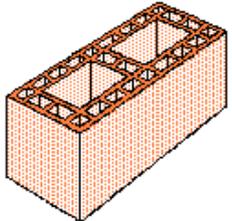
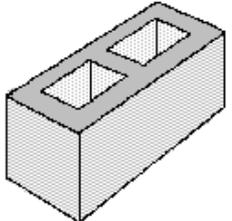
- ✓ Paredes estruturais (estrutura + compartimentação)
 - Corta-fogo – atende ao critério de estanqueidade a chamas e gases quentes, isolamento térmico e estabilidade
- ✓ Paredes sem função estrutural (compartimentação)
 - Pára-chama: atende ao critério de estabilidade e isolamento

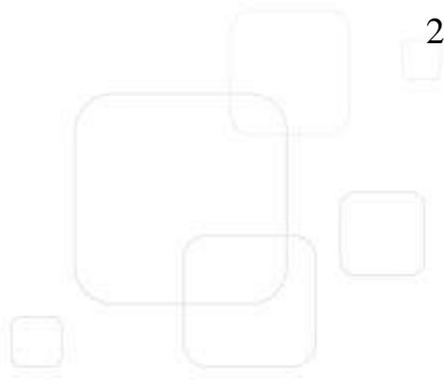
Potencial de atendimento

TRRF=30min

- ✓ paredes pesadas - parede de concreto ($f_{ck} \leq 30 \text{MPa}$); alvenaria de blocos de concreto e blocos cerâmicos com 14cm
- ✓ paredes leves: verificar ensaios com fornecedores, NBR 15.758-1:2009 (*drywall*) e Datec's 14,15 e 16

EXEMPLOS

Tipo de bloco	Larg. do bloco (cm)	Características da parede			
		Largura (cm)	Massa (Kg/m ²)	Resistência ao fogo (min)	
				Isolação Térm.	Res. Mecânica
	9	9	90	80	90
		12	130	105	155
	14	17	180	*	*
	9	9	130	22	22
		12	170	125	180
	14	17	215	*	*
	14	14	120	100	122
		17	160	175	192
	14	14	175	80	240
		17	215	155	240



Esses dados são exemplos, cada fornecedor deve apresentar seus próprios dados

(*) ensaios não realizados

Dados exemplos de resistência ao fogo de paredes de alvenaria s/ carga

EXEMPLOS

No.	Configuração tecnologia	Sem cargas
01	Parede interna formada por perfis de aço leve (73/48) e uma chapa de gesso de cada lado	30min (chapa ST ou RF)*
02	Parede interna formada por perfis de aço leve (78/48) e uma chapa de gesso de cada lado	30min (chapa ST)* 60 min (chapa RF)*
03	Parede interna formada por perfis de aço leve (98/48) e duas chapas de gesso de cada lado	60min (chapa ST)* 90 min (chapa RF)*
* Dados da NBR 15.758-1:2009		

EXEMPLOS

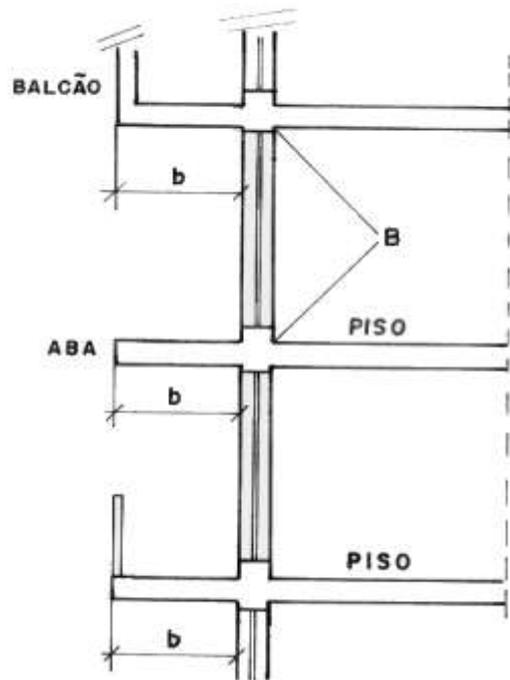
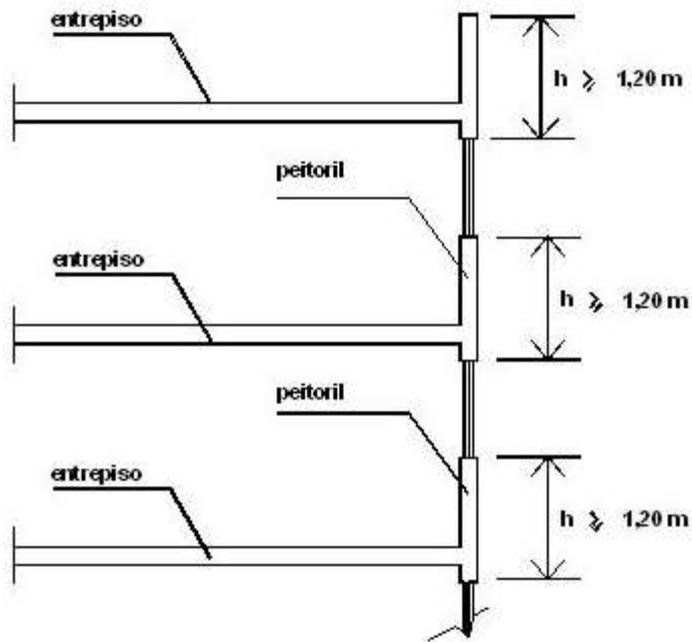


No.	Configuração parede	Resultado de ensaio/ painel estrutural térreo/ sobrado (+/- 1,5ton/m)**
01	<i>frames</i> de perfis leves de aço zincado; fechamento em chapas cimentícias de 10mm; montantes a cada 600mm; miolo de lã de rocha, (50mm e 32kg/m ³). Tratamento juntas = (primer) e selante silicone	30 minutos
03	Paredes = frames de perfis leves de aço zincado; fechamento com duas chapas de gesso drywall 12,5mm e miolo de lã de vidro (50mm e 12kg/m ³)	30 min

** experiência de análise de relatórios de ensaios

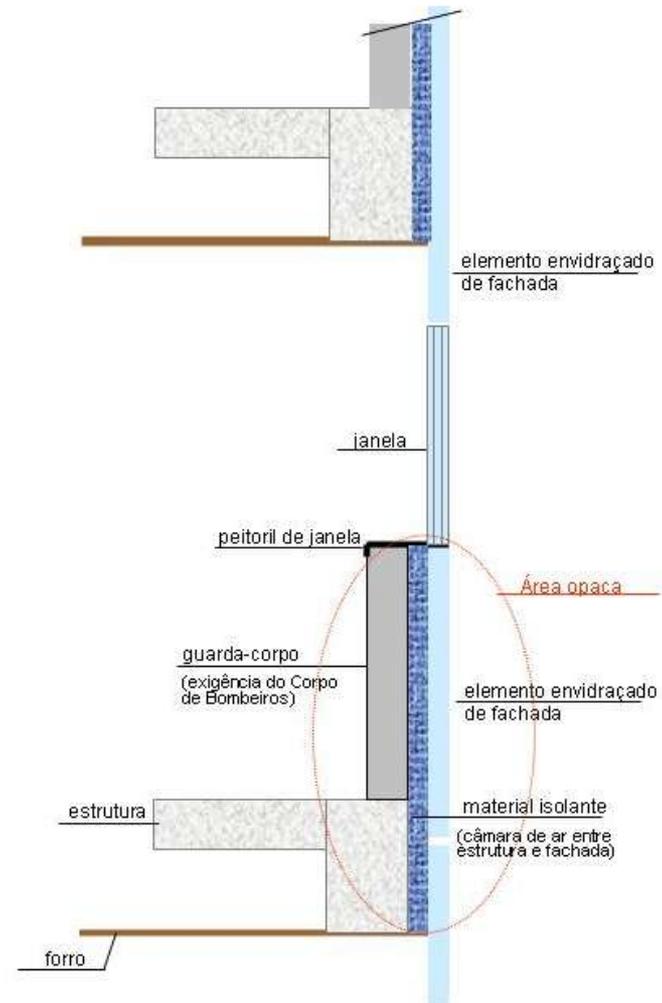
Fachadas envidraçadas

COMPARTIMENTAÇÃO VERTICAL



$$b \geq 0,9 \text{ m}$$

B - A ABA DEVE SER SOLIDÁRIA COM O PISO OU TETO DO PAVIMENTO.



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.



Estanqueidade à água

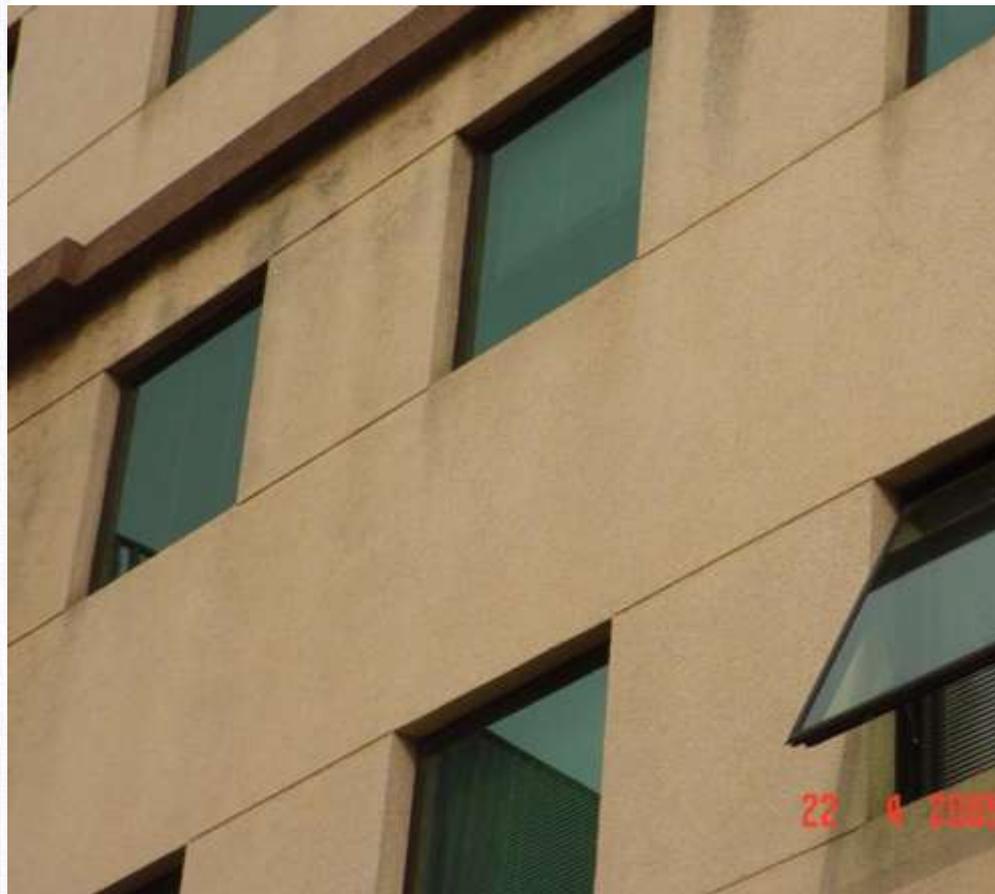
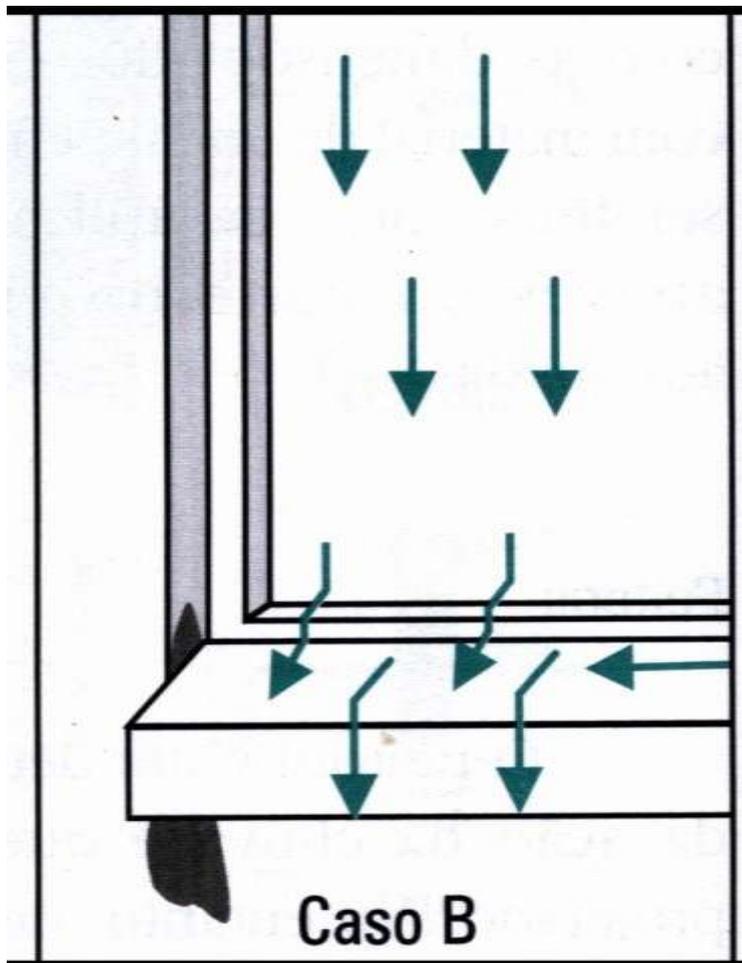
Umidade proveniente de infiltração - fachada

Premissas

- ✓ projetar detalhes construtivos (ressaltos, molduras, pingadeiras) que descolem a lâmina d'água das paredes
evitar/minimizar lâmina d'água escorrendo pela fachada
- ✓ projetar as juntas adequadamente p/ impedir formação de fissuras, ou outra abertura, evitando penetração de água.
evitar aberturas que permitam a passagem de água

Estanqueidade à água

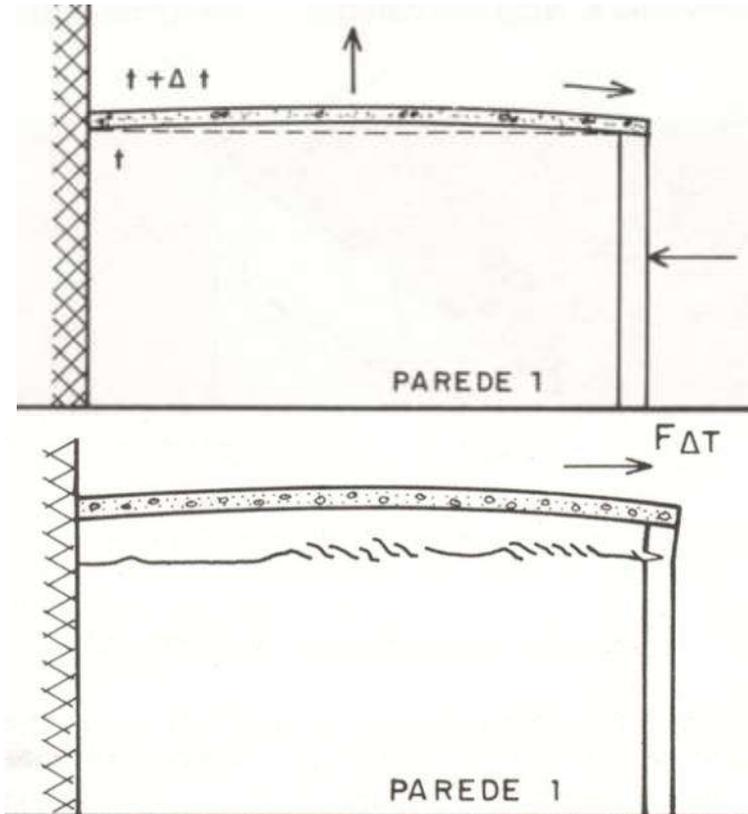
AUSÊNCIA DE DETALHES CONSTRUTIVOS



Estanqueidade à água

FISSURAS QUE PERMITEM INFILTRAÇÕES

- Fissuras entre elemento estrutural e vedações
- Fissuras horizontais na parede do último pavimento



Estanqueidade à água

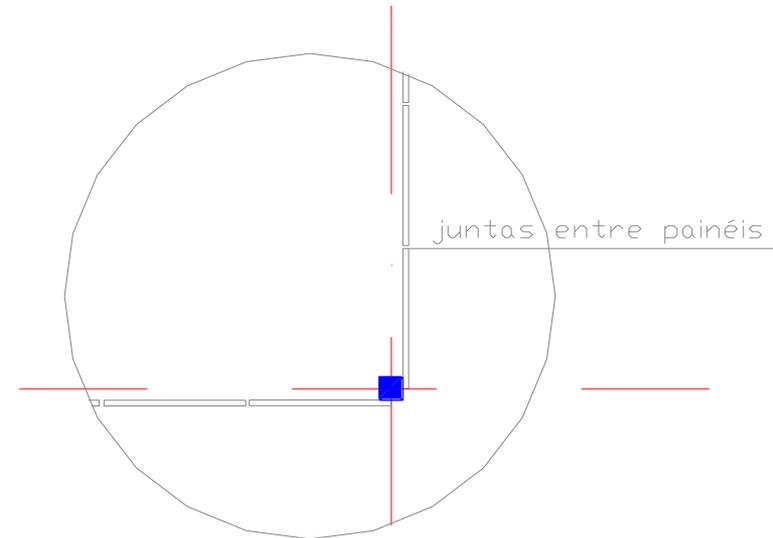
FISSURAS QUE PERMITEM INFILTRAÇÕES

- Fissuras entre elemento estrutural e vedações
 - Fissuras entre elemento estrutural (vigas e pilares) e vedações
- a) alvenaria



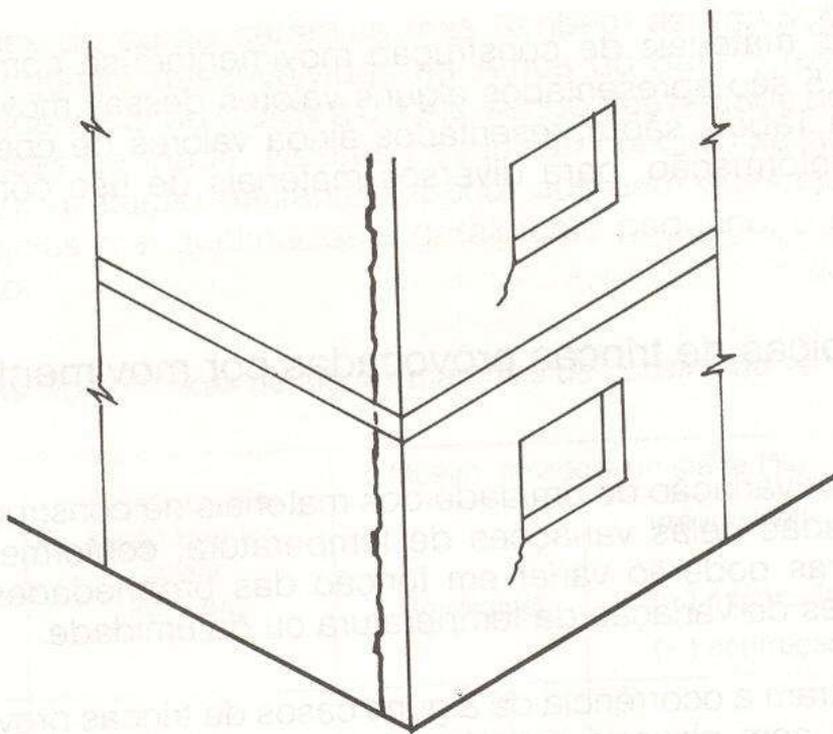
Estanqueidade à água

- Fissuras que permitem infiltrações
 - Fissuras entre elemento estrutural e vedações
 - Fissuras entre elemento estrutural (vigas e pilares) e vedações
- b) painéis pré-moldados



FISSURAS QUE PERMITEM INFILTRAÇÕES

- Destacamentos no encontro entre paredes: juntas a prumo



FISSURAS QUE PERMITEM INFILTRAÇÕES

- Fresta na interface entre esquadria e vedação



Estanqueidade à água

FISSURAS QUE PERMITEM INFILTRAÇÕES

- Fissuras no corpo da parede
- Fissuras no revestimento em argamassa



Desempenho acústico

ISOLAMENTO ACÚSTICO

Conjunto de paredes e portas que separam uma unidade de outra pelo hall (Mín.= 40dB)

Paredes que separam uma unidade de áreas comuns de trânsito eventual de pessoas, etc – Mín.= 40dB

Paredes que separam uma unidade de áreas comuns com permanência de pessoas como áreas de lazer como sala de ginástica, etc. Mín.= 45dB

Paredes que separam uma unidade de outra unidade Mín = 40 dB ou Mín.= 45dB quando há dormitório em pelo menos um dos lados

Sistema de pisos de dormitórios . Mín (LnTw) = 80dB – ruído de impacto e 45 dB ruído aéreo

Conjunto de paredes externas e esquadrias de dormitórios Mín = 20, 25 ou 30dB

Desempenho acústico

Isolação a sons aéreos -

Premissas

- ✓ tipo de parede:
 - parede pesada tende a ter melhor desempenho,
 - parede leve, eventualmente, inclui isolantes
- ✓ tratamento interface parede x esquadria
- ✓ fechamento de frestas
- ✓ considerar desempenho acustico da esquadria

Desempenho acústico

Isolação a sons aéreos -

Qual escolher?

✓ Métodos de avaliação

- Ensaio em laboratório: caracterização do produto (R_w)
- Ensaio em campo: medição desempenho unidade
 - Difícil extrapolar
- R_w + ponderações calcula $D_{n,t}$ (ver ISO 15712)



Desempenho acustico - Exemplos



Parede cega

Painel maciço de concreto de 10cm de espessura – $f_{ck}=25\text{MPa}$

Valor de R_w determinado em laboratório (dB)

Parede c/ painel pré– DATEC 007

46

Parede c/ painel pré– DATEC 003

48

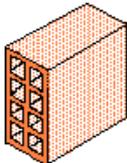
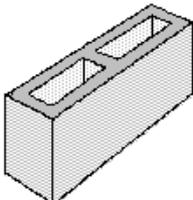
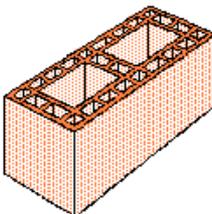
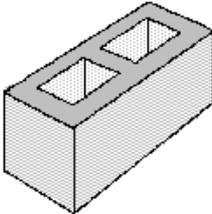


Parede com esquadria

Necessario saber isolamento sonora da janela para dimensionar isolamento da fachada - recomenda-se mínimo de 21dB – para atendimento do critério mínimo

Desempenho acustico - Exemplos

Alvenaria de vedação

Tipo de bloco	Largura do bloco (cm)	Características da parede			
		Largura (cm)	Massa (Kg/m ²)	Resist. térmica (m ² .°C / W)	I _a (dBA)
	9	9	90	*	*
		12	130	0,22	42
	14	17	180	0,30	*
	9	9	130	*	*
		12	170	0,11	42
	14	17	215	*	46
	14	14	120	0,31	36
		17	160	*	40
	14	14	175	0,16	44
		17	215	*	*

Para paredes maciças (>120Kg/m²) vale lei das massas: ao dobrar a massa ocorre aumento de 5 dB na isolação

$$R_w = 12 + 5,3M^{1/3}$$

(*) ensaios não realizados

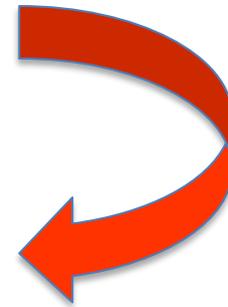
Material	Tipologia	Vidro [mm]	R_w	C_{tr}	$R_o = (R_w + C_{tr})$ (esquadria)	$D_{2m,nT,w}$ (fachada)
Aço padronizado	Maxim-ar	4	24	-3	21	28
Aço padronizado	JVC 03 fls	4	15	-1	14	21
Aço padronizado	JVC 06 fls	4	12	0	12	19
Aço padronizado	JC 04 fls	4	16	-1	15	22
Aço padronizado	JVC 06 fls	3	13	-1	12	19
Alumínio padronizado	JC 02 fls	3	23	-1	22	29
Alumínio padronizado	JVC 03 fls	3	16	-1	15	22
Alumínio padronizado	JC 02 fls	6	21	0	21	28
Alumínio padronizado	JC 02 fls	6	20	0	20	27
				-1	17	24
				-3	24	31
				-1	16	23

**Informações:
Fornecedores/ ensaios**

Calculo considerando parede com 7,80 m2 e janela 1,20 x 1,20m

Desempenho térmico

- ✓ Método simplificado: calculo das características térmicas da parede:
 - Transmitancia térmica (U)
 - Capacidade térmica (CT)
- ✓ Simulação térmica
 - Projeto arquitetura
 - Areas envidraçadas (expostas à radiação solar)
 - Pé-direito
 - Localização e posicionamento no terreno
- ✓ Medição *in loco*



Método simplificado: Característica térmica da parede

EXIGÊNCIAS NBR 15.575-4:2013

Transmitância Térmica U (W/m ² .K)		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5

^a α é absorptância à radiação solar da superfície externa da parede.

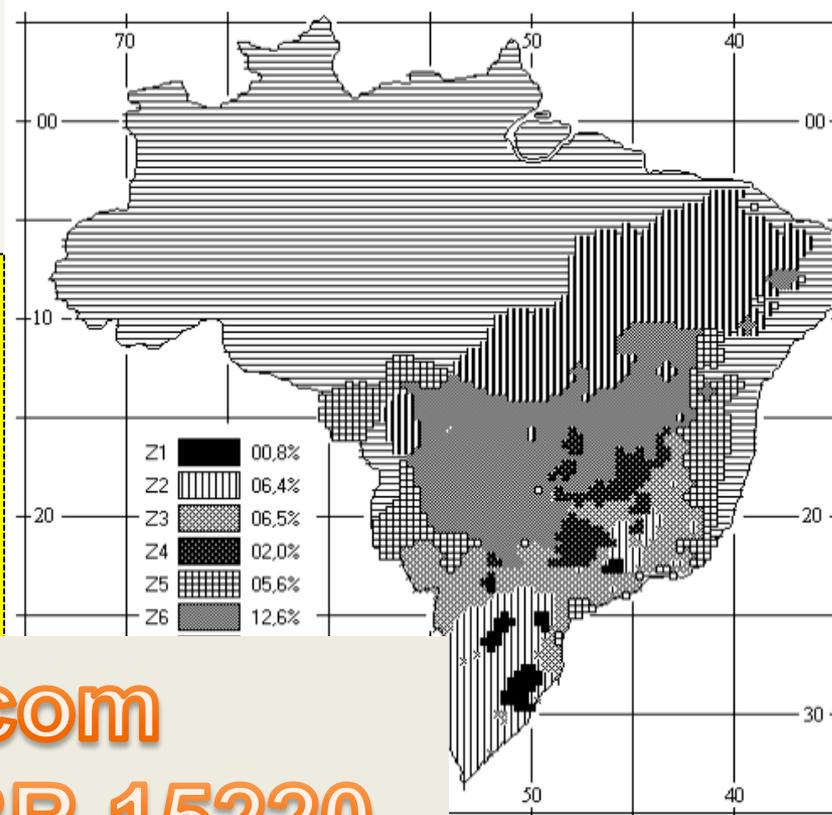
Capacidade térmica (CT) kJ / m ² .K	
Zona 8	Zonas 1,2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem exigência	≥ 130

$$U = 1/R = e/$$

e = espessura da parede/camada

= condutividade térmica do material

$$CT = e * \text{densidade} * \text{calor específico}$$



Informações com
Fornecedores e NBR 15220

EXEMPLOS

Tabela - Coeficiente global de transmissão térmica (calculado estimado)

Descrição	Tipo de secção	Espessura (e) (m)	Espessura (e) (m)	Resistência térmica=R (1/k) = $(1/h_e) + (1/h_i) + (e_1/l_1) + (e_2/l_2)...$ (m ² °C/ W)	Coeficiente Global de Transmissão térmica =l/R (W/m ² °C)
Painel de concreto alveolar	1	0,05		0,20	4,91
Painel maciço de concreto	4	0,10		0,23	4,31
Paredes em placas cimentícias		0,01	0,09	2,16	0,46
parede bloco cerâmico c/ reboco		0,09	0,03	0,36	2,78
parede de bloco de concreto s/ reboco (39x19x9cm)		0,05	0,07	0,45	2,22

Tabela - Capacidade térmica (calculado estimado)

Descrição	Espessura a considerar (m)	capacidade térmica (Kj/m ² K)	esp. X densidade x calor específico
Painel de concreto ALVEOLAR	0,025	52,8	
painel maciço de concreto	0,1	211,2	
Paredes c/ placas cimentícias	0,01	14,96	
Parede de bloco cerâmico c/ reboco	0,09	132	
parede de bloco de concreto s/ reboco	0,09	190	

Durabilidade

Atenção

- ✓ atendimento aos requisitos de segurança e habitabilidade
- ✓ historico do produto X locais de aplicação (durabilidade x agressividade meio ambiente)
- ✓ componentes metálicos X resistência à corrosão X ambiente aplicação
- ✓ componentes sintéticos X resistência aos raios solares
- ✓ *componentes de madeira* X resistência a organismos xilofagos (cupins e fungos)

Durabilidade



Exposição em câmara de névoa salina

Informações com
Fornecedores /
ensaios



Ensaio de choque térmico

MANUTENIBILIDADE

Projetar pensando na manutenção

- ✓ Verificar conhecimento/ informações do material aplicado, para, posteriormente, definir:
 - planos de inspeção
 - períodos de manutenção preventiva
 - métodos de manutenção preventiva e limpeza
 - acessos à fachada
 - métodos de manutenção corretiva
- ✓ Informações precisam constar do projeto e Manual do proprietário

Portanto.....

- ✓ Banco de dados interno às empresas
 - produto X obra X uso X projetista X construtor
- ✓ Diagnostico das edificações em uso
- ✓ Diagnostico das obras
- ✓ Projeto com enfoque no desempenho
- ✓ Parceria com fornecedores
- ✓ **NAO** usar produtos sem conhecimento das características
- ✓ Solicitar relatorios de ensaios de 3o. Parte
- ✓ Implementar o contrôle de qualidade da obra



OBRIGADA !