



PAREDES DE CONCRETO em habitações

VELOCIDADE
com
QUALIDADE



Por que Parede de Concreto?

- Boa solução para empreendimentos que tenham alta **repetitividade**, necessidade de **padronização** e **rapidez** na construção

VELOCIDADE

DESEMPENHO

REDUÇÃO DE
MÃO-DE-OBRA



Sistema Inovador?



Projeto Viver - Inpar



Sergus



Engeflex



Cohab - Ribeirão Preto



Manaus



Rodobens



Colômbia



Bairro Novo



Guatemala

















24/4/2008





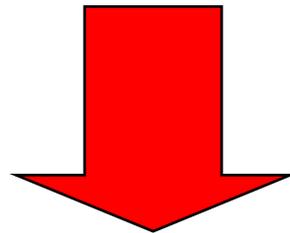




PROJETAR

EXECUTAR

DESEMPENHO



NORMAS



NORMA DE PROJETOS



- Coordenador : Arnaldo A. Wendler Filho
- Participantes:
- Francisco Paulo Graziano
- Jefferson Dias de Souza Junior
- José Augusto de Ávila
- José Roberto Braguim
- Nelson K. Sato



Tip o	Descrição	Massa específica kg/m ³	Resistência à compressão mínima MPa
L1	Concreto celular	1 500 a 1 600	4
L2	Concreto com agregado leve	1 500 a 1 600	20
M	Concreto com ar incorporado	1 900 a 2 000	6
N	Concreto normal	2 000 a 2 800	20

As classes L1 e M só podem ser utilizadas para paredes de concreto em construções de até dois pavimentos.

NOTA: Recomenda-se o uso de concreto com fibras ou outros materiais que diminuam os efeitos da retração.



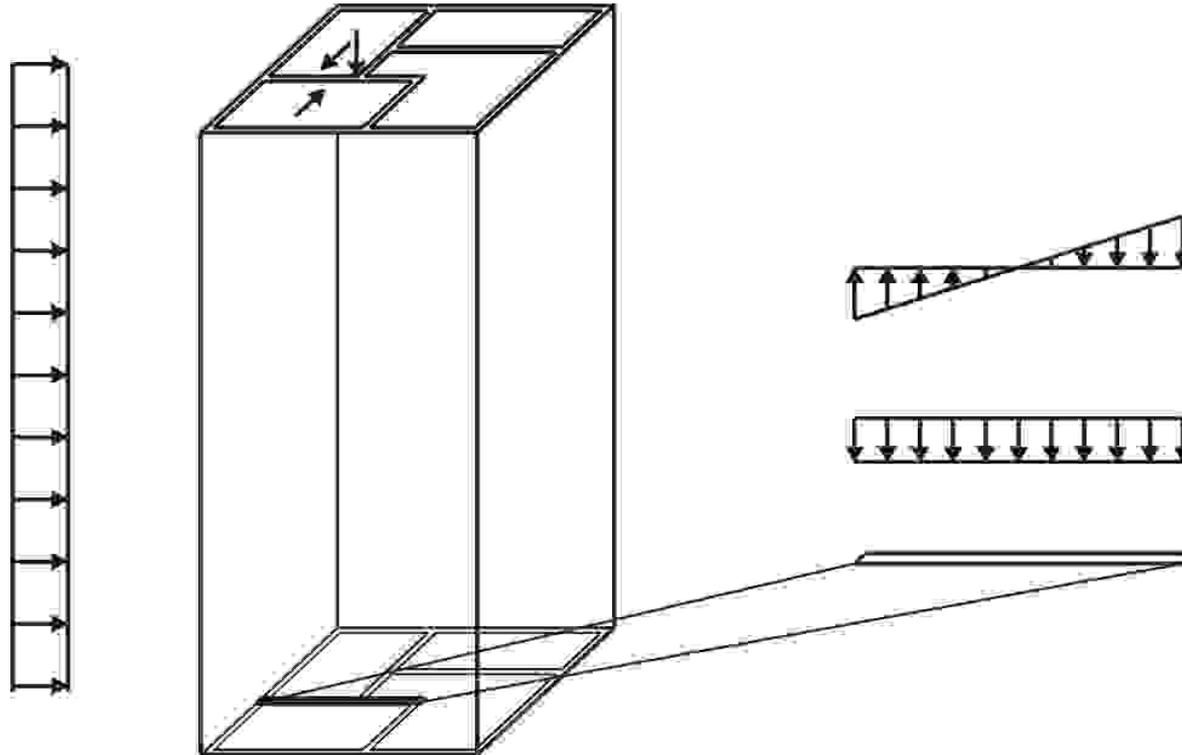
EDIFÍCIO

Edifícios de até cinco pavimentos, estruturado por paredes de concreto;

Lajes de vão luz com dimensão máxima de 4 m e sobrecarga máxima de 300 kgf/m²;

Pé direito máximo da construção igual a 3 m;

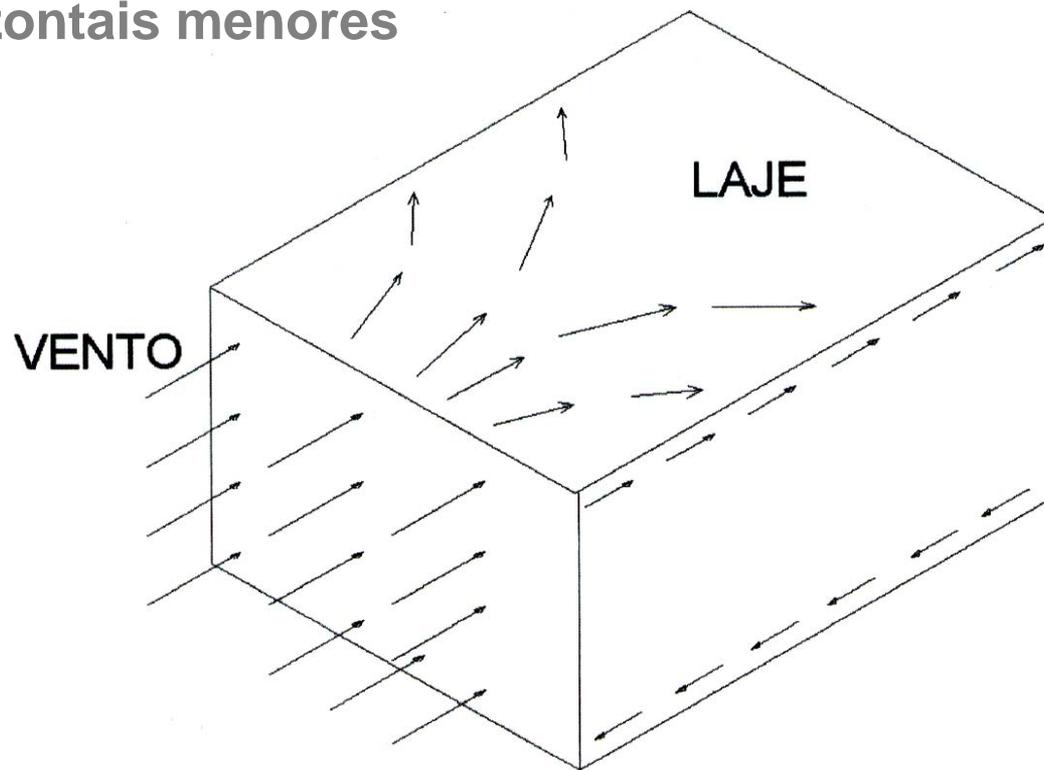
Construções com largura mínima de 8 m.

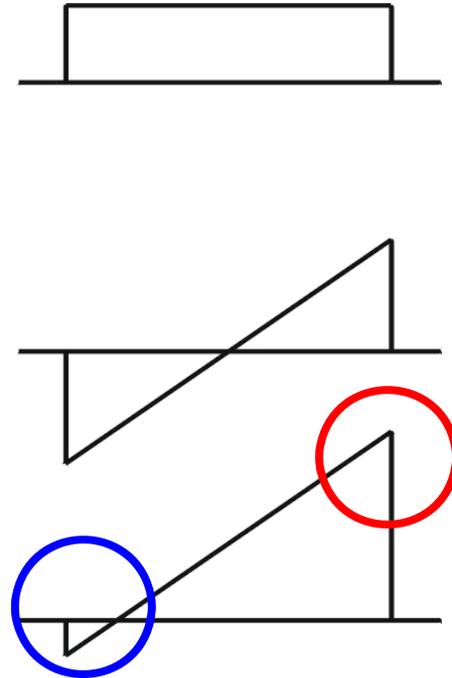
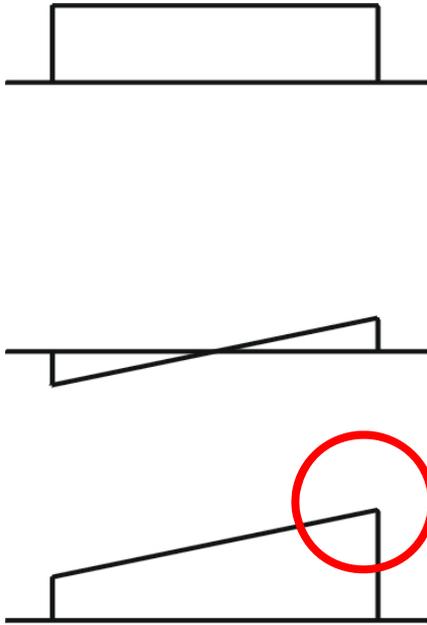




Estrutura de painéis

- comportamento diferente de pórtico
- deformações horizontais menores







14.1.4 Premissas básicas de concepção de projeto

- comprimento da parede maior ou igual a oito vezes a sua espessura;
- **espessura da parede maior ou igual a 10 cm**, ressalvando que nas construções com até dois pavimentos, podem ser utilizadas paredes com espessura maior ou igual a 8 cm;
- paredes predominantemente comprimidas com excentricidade geométrica nula;
- resistência característica à compressão no concreto (f_{ck}) menor ou igual a 40 MPa.
- As paredes **não são calculadas para retração e dilatação térmica**, devendo ser tomadas medidas preventivas no sistema construtivo



17.2 Premissas básicas de dimensionamento

- trechos de parede com comprimento **menor que oito vezes a sua espessura** devem ser dimensionados como pilar ou pilar-parede;
- paredes devem ser **dimensionadas à flexo-compressão** para o maior valor entre as seguintes excentricidades:
 - **$(1,5 + 0,03 h)$ cm**, onde h é a espessura da parede;
 - excentricidade decorrente da **pressão lateral do vento não menos que 1 kN/m²**;

Paredes com excentricidades maiores deverão ser calculadas pela NBR6118

- **comprimento equivalente da parede (l_e)**, de acordo com a NBR6118



17.5.1 Resistência de cálculo

A **resistência de cálculo** é determinada conforme abaixo já levando em consideração a minoração referente à instabilidade localizada (ítem 15.3) com as excentricidades máximas previstas em 17.2

$$\eta_{d,resist} = \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot t}{k_1 [1 + 3k_2 (2 - k_2)]} \leq \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot t}{1,643}$$

$$\lambda \Rightarrow k_1, k_2 \Rightarrow \eta_{d,resist}$$

$$\sigma_N + \sigma_M \leq \eta_{d,resist}$$



NORMA DE DESEMPENHO

X

L1 - L2 – M - N



- Norma de desempenho NBR15575
 - Parte 1: Requisitos gerais
 - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
 - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos
 - Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas
 - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas
 - Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários



- **Introdução**
- **1 Escopo**
- **2 Referências normativas**
- **3 Termos e Definições**
- **4 Exigências do usuário**
- **5 Incumbências dos intervenientes**
- **6 Avaliação do desempenho**
- **7 Segurança estrutural**
- **8 Segurança contra incêndio**
- **9 Uso e operação**
- **10 Estanqueidade**
- **11 Desempenho térmico**
- **12 Desempenho acústico**
- **13 Desempenho luminítico**
- **14 Durabilidade e manutenibilidade**
- **15 Saúde**
- **16 Funcionalidade**
- **17 Conforto antropodinâmico**
- **18 Adequação ambiental**
- **Anexos**



CONCRETO CELULAR – L1

- AVALIAÇÕES DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS E ESTABELECIMENTO DE REQUISITOS PARA EDIFICAÇÕES TÉRREAS COM PAREDES DE CONCRETO CELULAR – Furnas DCT.T.15.005.2003-R1 , dezembro de 2003



CONCRETO COM AGREGADO LEVE – L2

- DESENVOLVIMENTO DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO ESTRUTURAL LEVE - CADEX USP São Carlos (fevereiro/2005) Certificado LCC-USP n.º 003/2005 e Relatório Técnico)
- AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO - CETEC - Lins (julho/2005) Relatórios de Ensaios n.º. 0732/2005 e 0826/2005
- RELATÓRIO DE DESEMPENHO DE CONFORTO TÉRMICO - USP São Carlos (agosto/2006)
- AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE SISTEMA CONSTRUTIVO EM CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO ESTRUTURAL LEVE – CADEX, EESC / USP São Carlos (dezembro/2006)
- AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE HABITAÇÕES COM VEDAÇÕES DE PAINÉIS MONOLÍTICOS DE CONCRETO LEVE MOLDADOS IN LOCO - SISTEMA CADEX, EESC / USP São Carlos (dezembro / 2006)



CONCRETO COM INCORPORAÇÃO de AR – M

- AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO
TÉRMICO DE EDIFÍCIOS
HABITACIONAIS EM OITO ZONAS
BIOCLIMÁTICAS DO BRASIL - Relatório
Técnico do IPT 99607-205 de maio/2008



CONCRETO NORMAL – N

- **SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM
CONCRETO MOLDADO IN LOCO E
TILT-UP – Furnas
DCT.C.15.003.2006-R0**



- 7- Segurança Estrutural
- 7.2. Requisitos gerais para o edifício habitacional
 - não ruir ou perder a estabilidade de nenhuma de suas partes **TENSÕES**
 - não provocar sensação de insegurança aos usuários pelas deformações de quaisquer elementos do edifício **DEFORMAÇÕES**
 - prover segurança aos usuários sob ação de **impactos, choques, vibrações**



- **7- Segurança Estrutural**

7.4.1 Impactos de corpo mole

Este ensaio é realizado com o impacto de saco de couro com 40 Kg de alturas variáveis de 30 a 240 cm , produzindo uma energia de 120 a 960 J.

**TODOS OS CONCRETOS FORAM
APROVADOS**



- 7- Segurança Estrutural

7.4.2 Impactos de corpo duro

Este ensaio é realizado com o impacto de esferas de aço de 0,5 e 1 Kg , de diferentes alturas, observando-se fissurações, profundidade da moosa na parede e o não transpassamento.

Concreto L1 teve moosa , sem fissuração. DEMAIS APROVADOS



- 7- Segurança Estrutural

7.3.2. ARRANCAMENTO (horizontal e inclinado)

As paredes, sob ação de cargas aplicadas excentricamente em relação à sua face, não devem apresentar fissuras, deslocamentos horizontais instantâneos (d_h) ou deslocamentos horizontais residuas (d_{hr}), lascamentos ou rupturas, nem permitir o arrancamento dos dispositivos de fixação nem seu esmagamento.

**TODOS OS CONCRETOS FORAM
APROVADOS – L1 com buchas
maiores, N com desempenho superior**



8. Segurança contra incêndio

As exigências desta Norma relativamente à segurança contra incêndio são pautadas em:

- baixa probabilidade de **início de incêndio**
- alta probabilidade dos **usuários sobreviverem** sofrer qualquer injúria
- reduzida extensão de danos à propriedade e à **vizinhança imediata**

As paredes de concreto são um dos melhores elementos para a segurança contra incêndio: isolantes e incombustíveis



10- Estanqueidade

Ser estanques à água proveniente de chuvas incidentes ou de outras fontes.

O ensaio : vazão de água na face externa de um corpo-de-prova da parede com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática sobre essa face.

Todos os ensaios foram aprovados



10- Desempenho térmico

A edificação habitacional deve reunir características que atendam as exigências de **desempenho térmico** considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas **características bioclimáticas** e considerando-se que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo entre **fachada, cobertura e piso.**



Existem 3 procedimentos para avaliação da adequação de habitações:

Procedimento 1 – verificação do atendimento aos requisitos e critérios para fachadas através de **análise do material da parede**

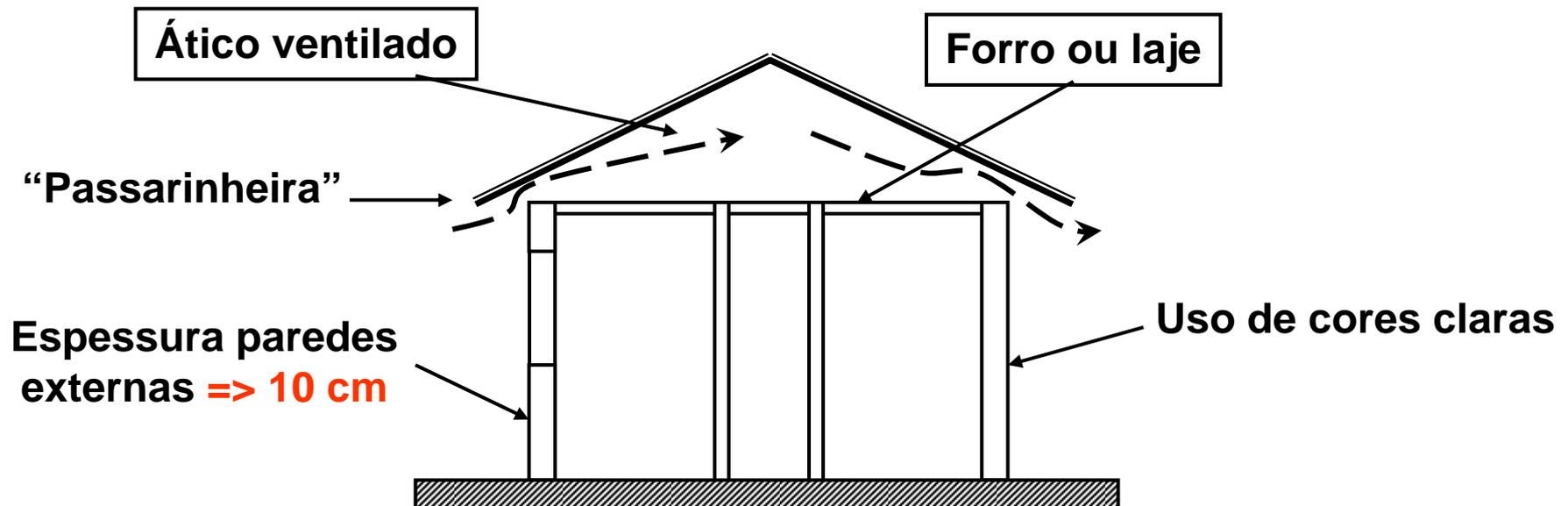
Procedimento 2 – verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos, por meio de **simulação computacional do desempenho térmico do edifício**

Procedimento 3 – verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos, por meio da realização **medições em edificações ou protótipos construídos**



Desempenho Térmico

Depende das características de **TODO** o ambiente construído e não só do material das parede.





Temos 8 zonas bio-climáticas definidas pela variação de temperatura. Para cada zona são feitas recomendações sobre **tamanho e sombreamento das aberturas e condições gerais de ventilação.**

Zona 1 : Caxias do Sul – RS

Zona 2 : Ponta Grossa – PR

Zona 3 : Florianópolis – SC

Zona 4 : Brasília – DF

Zona 5 : Santos – SP

Zona 6 : Goiânia – GO

Zona 7 : Terezina – PI

Zona 8 : Belém - PA



Exigências de desempenho no **verão**: Os valores máximos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, no dia típico de verão, devem ser sempre **menores ou iguais à temperatura máxima externa**

Exigências de desempenho no **inverno**: Os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, no dia típico de inverno, devem ser **sempre maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3°C**



*O desempenho térmico das construções depende de uma série de fatores além das paredes, principalmente o tipo de cobertura e das aberturas para ventilação. Para as zonas mais frias , **no inverno, é preciso considerar a insolação e, às vezes, aquecimento interno.** Para as zonas mais quentes, **no verão , é fundamental a proteção térmica da cobertura e a ventilação dos ambientes.***

**TODOS OS CONCRETOS FORAM
APROVADOS , com os cuidados acima**



12- Desempenho acústico

Os níveis de ruído admitidos na habitação devem proporcionar isolamento acústico entre o **meio externo e o interno**, bem como **entre unidades condominiais distintas**, além de proporcionar, complementarmente, isolamento acústico **entre dependências de uma mesma unidade**, quando destinadas ao repouso noturno, ao lazer doméstico e ao trabalho intelectual.

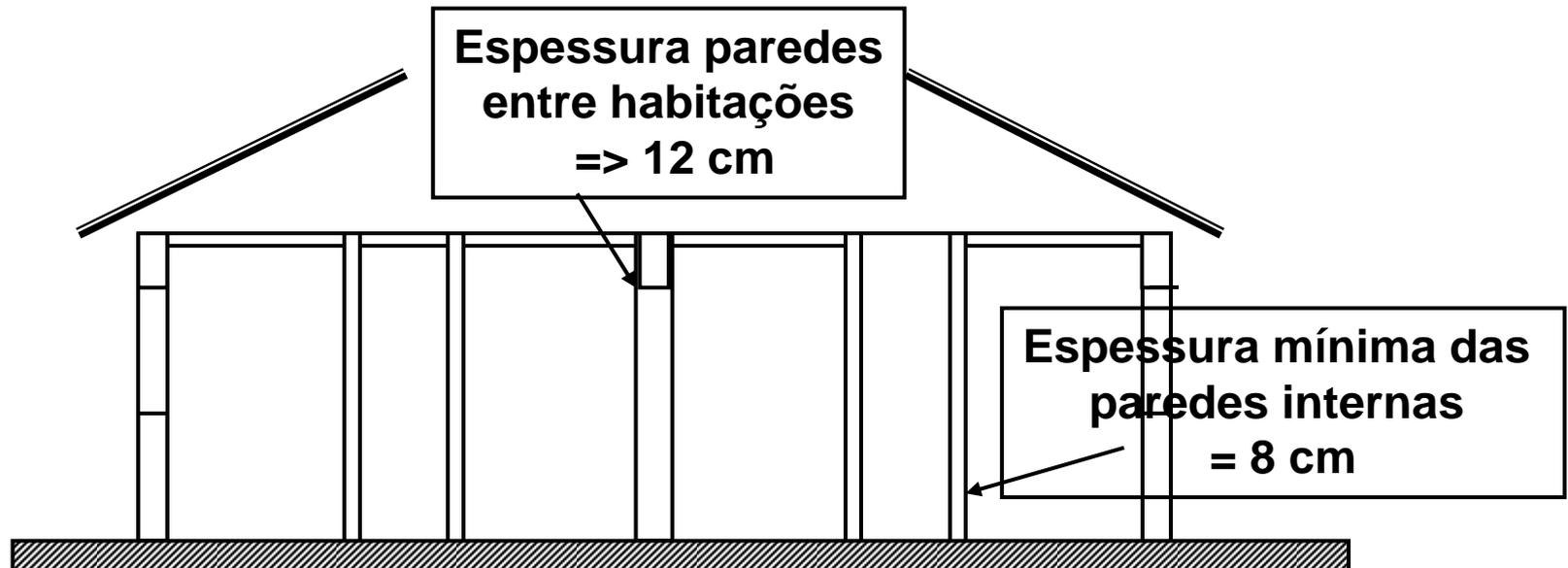
Observações:

- O desempenho acústico depende da **massa do elemento** (massa específica e espessura)
- É muito importante a análise das **fugas de som** (portas, janelas, caixas de passagem)



Isolamento acústico mínimo (atendimento das condições mínimas da norma):

- entre ambientes = 30 dB,
- entre unidades habitacionais = 45 dB.





O conforto acústico depende da massa das paredes, composição entre a massa específica e a espessura. Aqui também é muito importante adequar todo o processo construtivo como esquadrias que não vedam direito e caixas de elétrica na parede (deixam a espessura muito pequena)

TODOS OS CONCRETOS FORAM APROVADOS , com os cuidados acima



Seqüência construtiva





Instalações (KITS)



Equipe de Paredes

Dias Trabalhados							
1	2	3	4	5	6	7	8



Armação



Equipe de Paredes

Dias Trabalhados							
1	2	3	4	5	6	7	8



Casa Pronta



em 8 dias trabalhados



- **Formas**

- Transporte **com equipamentos**

- aço

- aço + chapa compensado

- Transporte **manual**

- **não pareada** (executa 1 face, depois armação e instalações, depois a outra face)

- **Plástico com estrutura metálica**

- **pareada** (primeiro armação e instalações e depois as duas faces da forma)

- **alumínio**



não pareada (executa 1 face, depois armação e instalações,
depois a outra face)





pareada (primeiro
armação e instalações
e depois as duas faces
da forma)





- **Escoramento**

- **ciclo de utilização da forma**
 - **desforma em quantas horas**
- **tipo da forma**
 - **esforço de desforma**
- **tipo e resistência do concreto**
 - **resistência necessária para desforma**
- **escoramento residual**
 - **peças especiais do sistema de forma**







• Cura

Água

- aspersão contínua
- gotejamento
- tradicional (na mangueira)
- tradicional (na “wap”)

EVITAR CICLOS DE MOLHAGEM E SECAGEM

• Química

VERIFICAR ADESÃO DO ACABAMENTO



- **Controle de qualidade**

- **Em cada concretagem:**

- **Fck**
- **Fc, desforma**
- **Massa específica (para L1 e M)**

- **Caracterização do material (a cada 200 unidades)**

- **Coeficiente de retração**
- **Módulo de elasticidade**
- **Resistência a tração (Lobo Carneiro)**