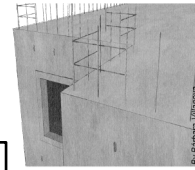


**1º Fórum Técnico de Engenharia e Produtividade  
PAREDES DE CONCRETO**



São Paulo, Brasil

8 Abril 2011

**PAREDES DE CONCRETO ARMADO PARA  
CASAS TÉRREAS E SOBRADOS**

**Prof. Paulo Helene  
PhD Engenharia**

**OR** ODEBRECHT  
REALIZAÇÕES IMOBILIARIAS

1

***Década de 70/80***

***Rio Grande do Sul***

***Consultoria IPT***

***Paulo Helene***

2

Conjunto Habitacional em Pelotas / RS  
916 casas térreas  
11 casas por dia  
fôrmas de alumínio “Precise”  
Concreto Auto-Adensável  
cimento + fly-ash + areia fina + areia  
média grossa + aditivos + brita zero  
C de 170kg/m<sup>3</sup> a 200kg/m<sup>3</sup>  
a/c de 1,1 a 1,3  
 $f_{ck} = 2,5\text{MPa}$  a 28dias (5 a 6)

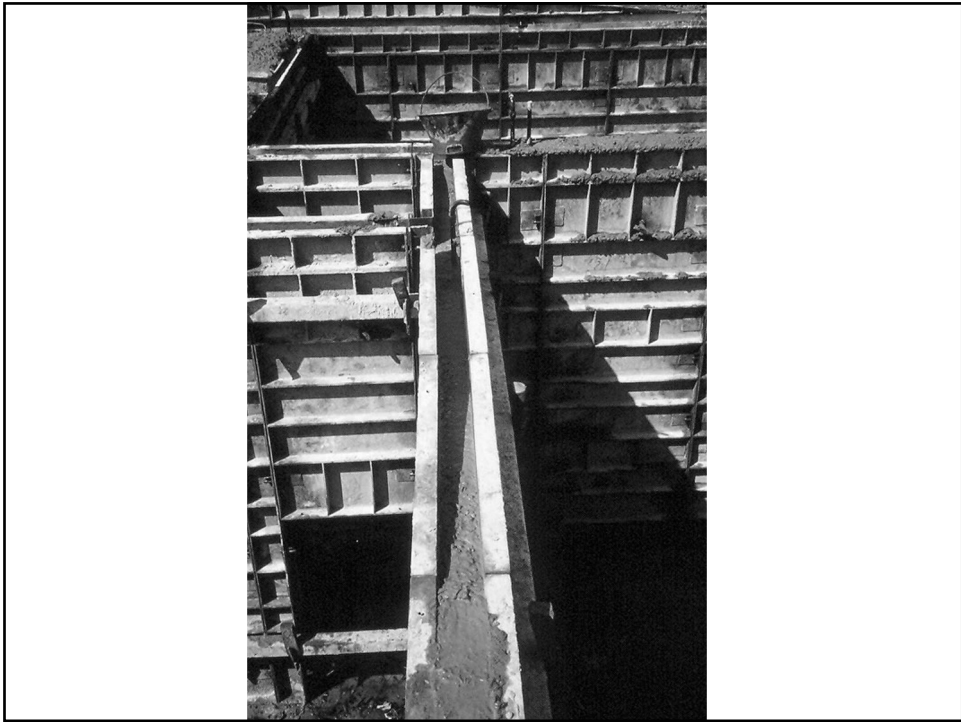
3



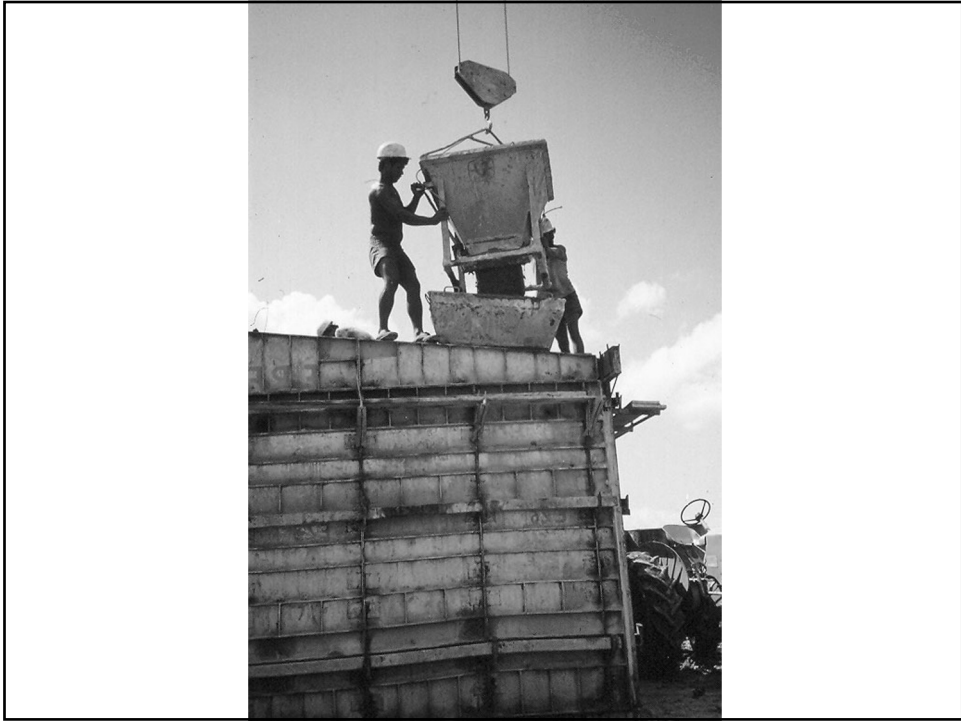
4



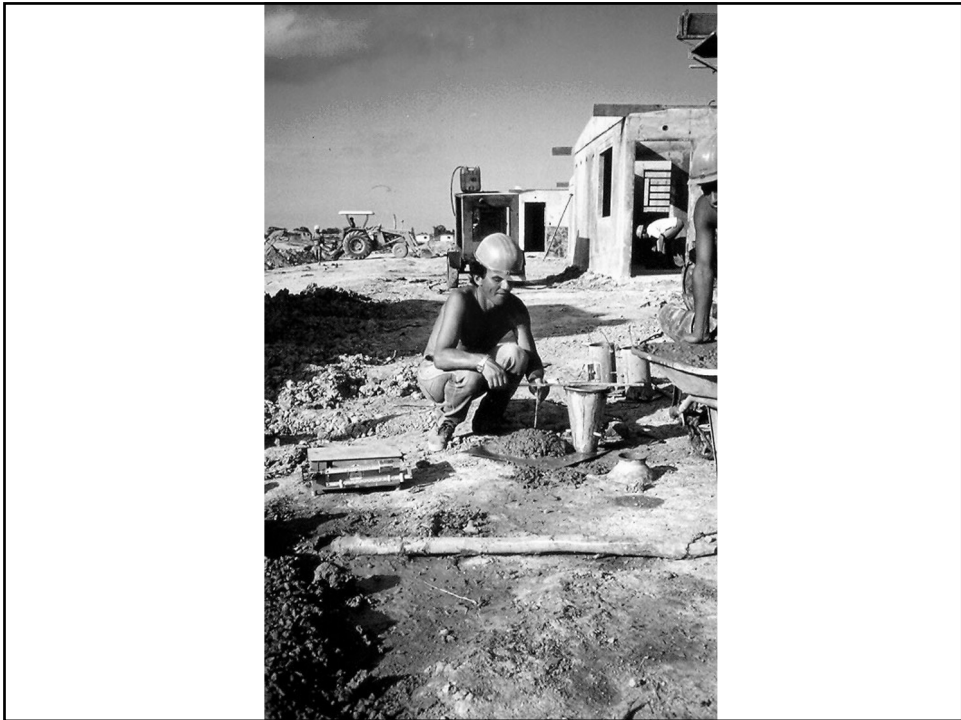
5



6



7



8





9



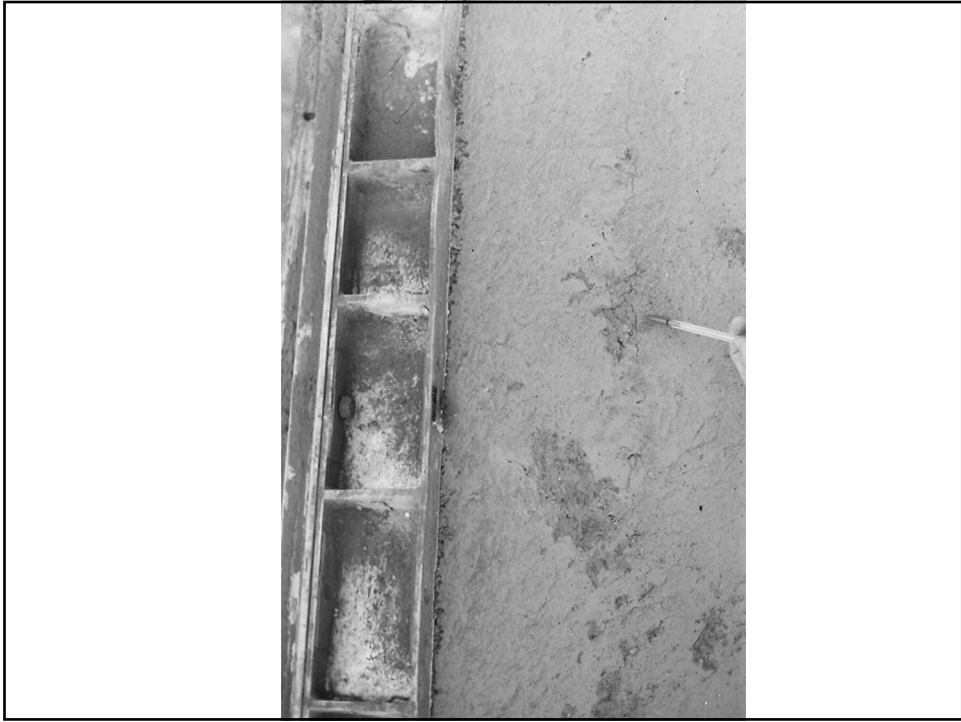
10



11



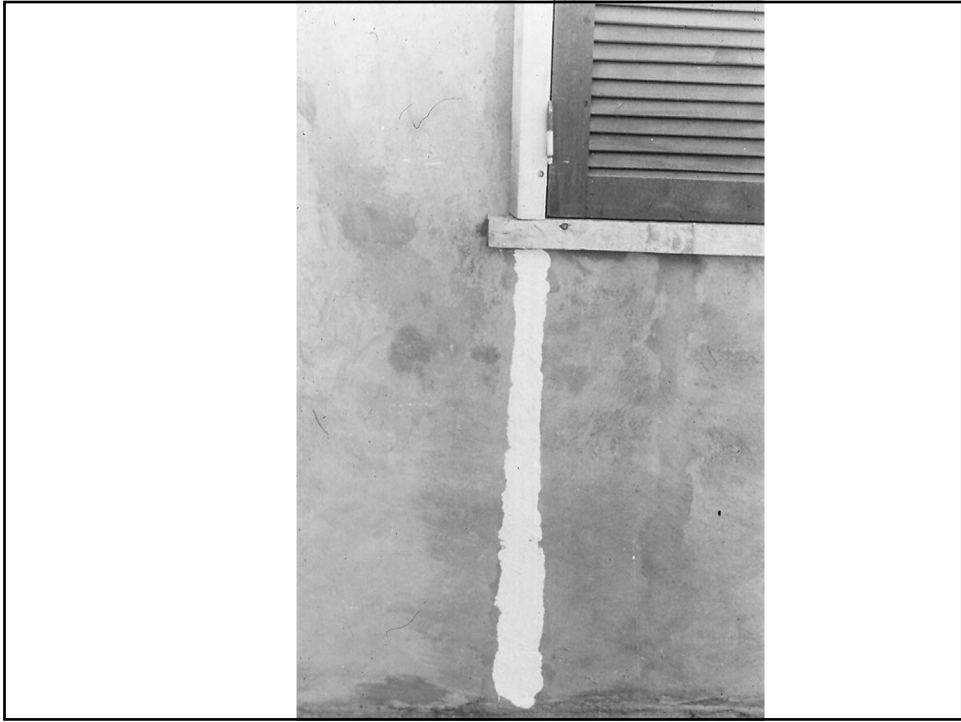
12



13



14



15



16



17

**Dosagem Experimental IPT n° 19.912 Tab. 3**

Características dos concretos mais promissores

Nº de Ordem	Característica avaliada		Composição		
			Nº 1 "areia"	Nº 2 "pozolana"	Nº 3 "incorporador"
1	Traço em massa seca	$\frac{\text{cimento}}{\text{agregados}}$	1:9,5	1:10,0	1:10,0
2	Traço em massa seca, discriminado	cimento: areia: p/britada	1:5,09:4,41	1:5,00:4,82	1:5,16:4,84
3	Teor de pozolana	$\frac{\text{pozolana}}{\text{cimento}}$	-	18%	-
4	Teor em massa de aditivo incorporador de ar	aditivo/cimento	-	-	0,06%
5	Relação água/cimento em massa	kg/kg	1,39	1,31	1,28
6	Teor de argamassa seca, em massa	$\frac{\text{cimento} + \text{areia}}{\text{cim.} + \text{ar.} + \text{p.brit.}}$	0,58	0,55	0,56
7	Consistência do concreto fresco	NBR-7223	(210 ± 20)mm	(210 ± 20)mm	(210 ± 20)mm
8	Consumo de cimento por m <sup>3</sup> de concreto	kg/m <sup>3</sup>	182	179	167
9	Massa específica do concreto fresco e adensado	kg/m <sup>3</sup>	2171	2209	2046
10	Teor de ar no concreto em volume	ASTM C-231	1,6%	1,8%	4,4%

18

**Dosagem Experimental IPT n° 19.912**

Nº de Provas	Propriedade	Idade dos corpos de prova	Composição do Concreto					
			Nº 1 "areia"		Nº 2 "pozolana"		Nº 3 "incorporador"	
1	Resistência à compressão axial em MPa (NBR-5739)	17h	0,4 <sup>1</sup>	1,9 <sup>2</sup>	0,6 <sup>1</sup>	1,5 <sup>2</sup>	0,3 <sup>1</sup>	1,1 <sup>2</sup>
2		3d	2,8 <sup>1</sup>	2,7 <sup>2</sup>	3,3 <sup>1</sup>	3,6 <sup>2</sup>	2,2 <sup>1</sup>	2,0 <sup>2</sup>
3		14d	4,1 <sup>1</sup>	3,8 <sup>2</sup>	5,5 <sup>1</sup>	5,0 <sup>2</sup>	3,2 <sup>1</sup>	3,2 <sup>2</sup>
4		28d	5,4 <sup>1</sup>	5,0 <sup>2</sup>	5,8 <sup>1</sup>	5,4 <sup>2</sup>	4,1 <sup>1</sup>	3,8 <sup>2</sup>
5	Módulo de deformação longitudinal, em MPa (CE 18:04.02)	28d	10600 <sup>1</sup>	9700 <sup>2</sup>	14700 <sup>1</sup>	12700 <sup>2</sup>	9800 <sup>1</sup>	8600 <sup>2</sup>
6	Profundidade carbonatada, avaliada através de indicador químico à base de fenolftaleína (mm)	14d	5 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>	3 <sup>3</sup>	2 <sup>4</sup>	4 <sup>3</sup>	8 <sup>4</sup>
		28d	8 <sup>3</sup>	11 <sup>4</sup>	5 <sup>3</sup>	8 <sup>4</sup>	7 <sup>3</sup>	12 <sup>4</sup>
7	Retração por secagem, em % (ASTM C 157)	3d	Dimensão inicial do corpo de prova adotada como referência					
8		6d	nihil <sup>4</sup>	nihil <sup>5</sup>	nihil <sup>4</sup>	nihil <sup>5</sup>	-0,005 <sup>4</sup>	-0,008 <sup>5</sup>
9		7d	-0,006 <sup>4</sup>	-0,008 <sup>5</sup>	-0,016 <sup>4</sup>	-0,017 <sup>5</sup>	-0,014 <sup>4</sup>	-0,015 <sup>5</sup>
10		14d	-0,020 <sup>4</sup>	-0,027 <sup>5</sup>	-0,025 <sup>4</sup>	-0,031 <sup>5</sup>	-0,016 <sup>4</sup>	-0,022 <sup>5</sup>
11		21d	-0,025 <sup>4</sup>	-0,030 <sup>5</sup>	-0,032 <sup>4</sup>	-0,035 <sup>5</sup>	-0,019 <sup>4</sup>	-0,026 <sup>5</sup>
12		28d	-0,025 <sup>4</sup>	-0,033 <sup>5</sup>	-0,023 <sup>4</sup>	-0,029 <sup>5</sup>	-0,010 <sup>4</sup>	-0,019 <sup>5</sup>
13		3d	Massa inicial do corpo de prova adotada como referência					
14	Perda de massa dos corpos de prova (água evaporada) por secagem, em %	6d	-5,5 <sup>4</sup>	-5,5 <sup>5</sup>	nihil <sup>4</sup>	nihil <sup>5</sup>	-6,0 <sup>4</sup>	-5,2 <sup>5</sup>
15		7d	-5,8 <sup>4</sup>	-5,9 <sup>5</sup>	-6,8 <sup>4</sup>	-7,2 <sup>5</sup>	-6,4 <sup>4</sup>	-5,5 <sup>5</sup>
16		14d	-6,6 <sup>4</sup>	-6,7 <sup>5</sup>	-7,7 <sup>4</sup>	-8,2 <sup>5</sup>	-7,1 <sup>4</sup>	-6,1 <sup>5</sup>
17		21d	-6,8 <sup>4</sup>	-6,8 <sup>5</sup>	-7,8 <sup>4</sup>	-8,2 <sup>5</sup>	-7,1 <sup>4</sup>	-6,2 <sup>5</sup>
18		28d	-6,8 <sup>4</sup>	-6,9 <sup>5</sup>	-7,7 <sup>4</sup>	-8,2 <sup>5</sup>	-7,1 <sup>4</sup>	-6,2 <sup>5</sup>

1. 23°C(CH); 2. 40° C até 17h; 3. CH3dias Lab.; 4. CH 3dias CS; 5. 40° C 17h CS

19

**Dosagem Experimental IPT n° 19.912**

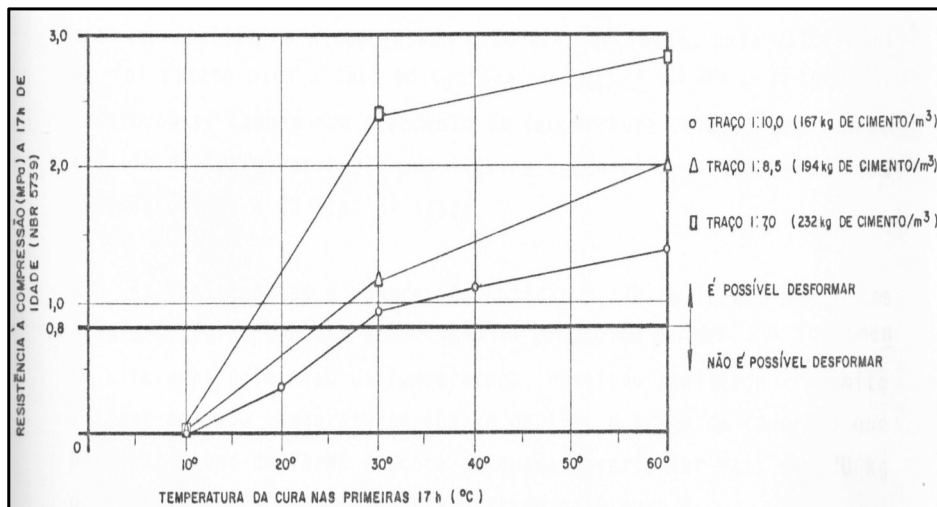
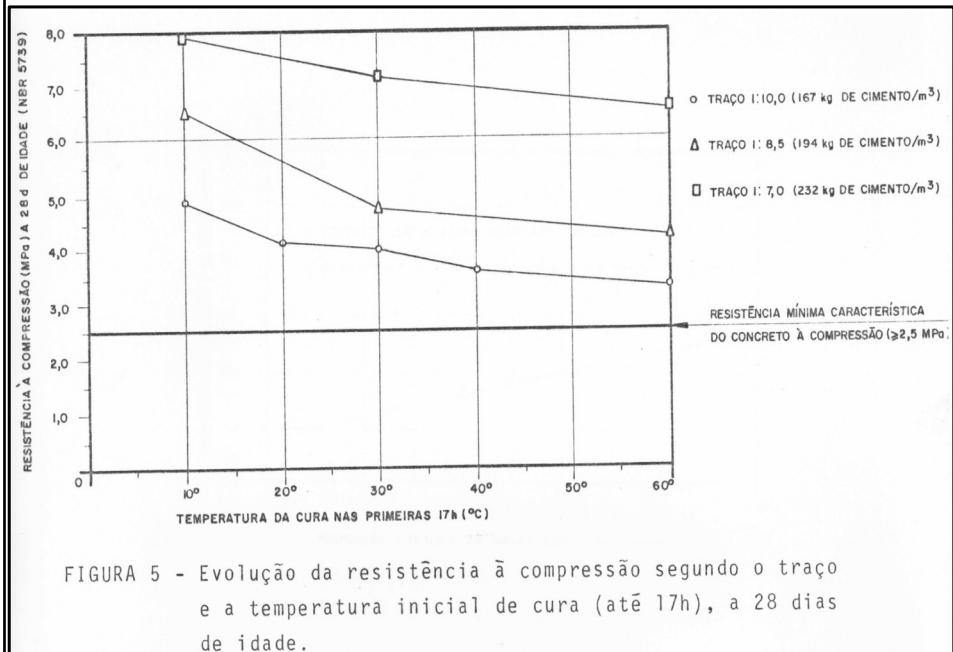


FIGURA 4 - Evolução da resistência à compressão segundo o traço e a temperatura inicial de cura, a 17 h de idade.

20

**Dosagem Experimental IPT n° 19.912**



21



22



## Concreto autoadensável

IBRACON

- ✓ capacidade de preencher todos os espaços no interior da forma (*filling ability*)
- ✓ capacidade de passar através de pequenas aberturas como espaçamento entre barras de aço (*passing ability*)
- ✓ capacidade de permanecer uniforme e coeso durante o processo de transporte e lançamento (*segregation resistance*)

direitos reservados 2010

23



## Propriedades NBR 15823-1:2010

IBRACON



1. Fluidez:
  - a) SF1, 550-650mm
  - b) SF2, 660-750mm**
  - c) SF3, 760-850mm

2. Viscosidade:
  - a) VS1 / VF1, **Slump T500  $\leq 2s$  e V-funnel  $\leq 8s$**
  - b) VS2 / VF2, **Slump T500  $> 2s$  e V-funnel 9 – 25s**



direitos reservados 2010

24





## Propriedades NBR 15823-1:2010

IBRACON



3. Habilidade passante:  
a) PA 1,  $L\text{-box} \geq 0,80$  com 2 bars  
b) PA2,  $L\text{-box} \geq 0,80$  com 3 bars (\*)

4. Resistência à segregação:  
a) SR1,  $\leq 20$  (%)  
b) SR2,  $\leq 15$  (%)



direitos reservados 2010

25

Classificação do concreto autoadensável quanto à fluidez (espalhamento) – NBR15823:2010.			
Classe de espalhamento	Espalhamento mm	Aplicação	Exemplo
SF1	550 a 650	Estruturas não armadas ou com baixa taxa de armadura e embutidos, cuja concretagem é realizada a partir do ponto mais alto com deslocamento livre	Lajes
		Concreto autoadensável bombeado	Revestimento de túneis
		Estruturas que exigem uma curta distância de espalhamento horizontal do concreto autoadensável	Estacas e certas fundações profundas
SF2	660 a 750	Adequada para a maioria das aplicações correntes	Paredes, vigas, pilares e outras
SF3	760 a 850	Estruturas com alta densidade de armadura e/ou de forma arquitetônica complexa, com uso de concreto com agregado graúdo de pequenas dimensões (menor que 12,5mm)	Pilares-parede
			Paredes-diafragma
			Pilares

26

<b>Classificação do concreto autoadensável quanto à viscosidade plástica aparente – NBR15823:2010.</b>				
<i>Classe de viscosidade</i>	<i>t<sub>500</sub> s</i>	<i>Funil V s</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Exemplo</i>
<i>VS 1 / VF 1</i>	≤ 2	≤ 8	Adequado para elementos estruturais com alta densidade de armadura e embutidos, mas exige controle da exsudação e da segregação.	Lajes, paredes-diafragma, pilares-parede, indústria de pré-moldados e concreto aparente
			Concretagens realizadas a partir do ponto mais alto com deslocamento livre.	
<i>VS 2 / VF 2</i>	> 2	9 a 25	Adequado para a maioria das aplicações correntes. Apresenta efeito tixotrópico que acarreta menor pressão sobre as formas e melhor resistência à segregação	Vigas, pilares e outras
			Efeitos negativos podem ser obtidos com relação à superfície de acabamento (ar aprisionado), no preenchimento de cantos e suscetibilidade a interrupções ou demora entre sucessivas camadas.	

27

<b>Classificação do concreto autoadensável quanto à habilidade passante – NBR15823:2010.</b>				
<i>Classe de habilidade passante</i>	<i>Anel J mm</i>	<i>Caixa L (H2/H1)</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Exemplo</i>
<i>PL1 / PJ1</i>	25mm a 50mm com 16 barras de aço	≥ 0,80, com duas barras de aço	Adequada para elementos estruturais com espaçamentos de armadura de 80 mm a 100 mm	Lajes, painéis, elementos de fundação
<i>PL2 / PJ2</i>	0 a 25mm com 16 barras de aço	≥ 0,80, com três barras de aço	Adequada para a maioria das aplicações correntes. Elementos estruturais com espaçamentos de armadura de 60mm a 80mm.	Vigas, pilares, tirantes, indústria de pré-moldados

28

<b>Propriedades</b>	<b>Requerido</b>
<i>Slump flow</i>	660 a 750mm
Manutenção do <i>Slump</i>	30min
Ar aprisionado	< 4%
Massa específica	1800 a 2.400kg/m <sup>3</sup>
Segregação dinâmica	Visual
Segregação estática	≤ 15% para SF2
$f_{c,14h}$	> 3,6MPa
$f_{ck}$	> 35MPa
$f_{cm,28}$	> 41,6
Módulo de Elasticidade	15 a 25GPa
Resistência à tração	> 3MPa

29

<b>Propriedades</b>	<b>Requerido</b>	<b>Obtido</b>
<i>Slump flow</i>	660 a 750mm	700mm
Manutenção do <i>Slump</i>	30min	45min
Ar aprisionado	< 4%	< 4%
Massa específica	1800 a 2.400kg/m <sup>3</sup>	2250kg
Exsudação	< 2% (NBR 15558:2008)	Ok
Segregação dinâmica	Visual	Ok
Segregação estática	≤ 15% para SF2	Ok
$f_{c,14h}$	> 3,6MPa	7,7MPa (média)
$f_{ck}$	> 35MPa	38,8MPa
$f_{cm,28}$	> 41,6	40,5MPa
Retração de secagem	< 40x10 <sup>-5</sup>	< 40x10 <sup>-5</sup>
Módulo de Elasticidade	15 a 25GPa	27GPa
Resistência à tração	> 3MPa	3,5MPa
AAR nao reativo	petrografia & barra (NBR 15577)	ok

30



## ***Estudo de Dosagem***

IBRACON

Cimento  
Areia natural  
Areia artificial  
Brita  
Adições  
Aditivos

Lab e Campo

*direitos reservados 2010*

31



## ***Estudo de Dosagem no Laboratório do Fornecedor de Concreto:***

IBRACON



*direitos reservados 2010*

32



33



34



35

IBRACON

# Estudos Prévios de Campo no Canteiro de Obras

*direitos reservados 2010*

36



37



38



39



40



***Concretagem contínua de paredes e lajes***



Obra Trisul

41

***Aplicação do Concreto***



Obra Trisul

42



## ***Paredes de Concreto***

**IBRACON**



*direitos reservados 2010*

43



## ***Aspecto das paredes externas***

**IBRACON**



*direitos reservados 2010*

44

# Casas Térreas e Sobrados

Direitos Reservados 2010

45

## Documentos Normativos

**NBR 12644:1992.** *Concreto Celular Espumoso. Determinação da Densidade de Massa Aparente no Estado Fresco. Método de Ensaio. ABNT*

**NBR 12645:1992.** *Execução de Paredes em Concreto Celular Espumoso Moldadas no Local. ABNT (preparação, controle e aplicação do CCE)*

**NBR 12646:1992.** *Paredes de Concreto Celular Espumoso Moldadas no Local. Especificação. ABNT (execução, controle de qualidade e recebimento de PCCE)*

**NBR 15575:2008 → 2010.** *Edifícios Habitacionais de até 5 Pavimentos. Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Parte 2: Sistemas Estruturais. Parte 3: Sistemas de Pisos Internos. Parte 4: Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas. Parte 5: Sistemas de Cobertura. Parte 6: Sistemas Hidrossanitários. ABNT*

Direitos Reservados 2010

46

## Documentos

**Ferreira, O.A.R.** *Concretos Leves: O Concreto Celular Espumoso.* São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1986 (dissertação de Mestrado)

**Teixeira Filho, F.J.** *Considerações sobre Algumas Propriedades dos Concretos Celulares.* São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1992 (Dissertação de Mestrado)

**Lawrence, K; Lorslee, A.C.J. & Barros, M.M.B.** *A Influência do Teor de Fibras e de Cimento nas Características do Concreto Celular Espumoso para Emprego em Vedações Verticais de Edifícios.* São Paulo, Escola Politécnica da USP, Anais do Congresso Latino-Americano de Tecnologia e Gestão de Edifícios. Soluções para o Terceiro Milênio. Novembro de 1998

**Caixa Econômica Federal.** *Manual do Proponente da CEF. Processo de Aceitação Técnica de Inovações Tecnológicas. Programa de Apoio à Utilização de Material e/ou Sistema de Construção Alternativa. ITQC.CEF, Brasília. Janeiro 1999*

Direitos Reservados 2010

47

## Documentos

**Relatório NUTAU.USP.** *Avaliação do Sistema Construtivo Empregado na Construção de Habitações no Conjunto Nova Cidade em Manaus, Amazonas. Sistema em Concreto Celular Espumoso. Janeiro 2000*

**Parecer Técnico PCC.EP.USP.** *Durabilidade das paredes de concreto celular espumoso armado destinadas à construção de casas térreas no Conjunto Habitacional Condomínio Villa D'Itália em Ribeirão Preto, São Paulo. Março 2001*

**Relatório Técnico PCC.EP.USP.** *Avaliação da durabilidade de paredes de concreto celular espumoso armado destinadas à construção de casas térreas. Janeiro 2002*

**Relatório DCT.T.15.005.2003-RI. Furnas. CEF** *Avaliação de Sistemas Construtivos e Estabelecimento de Requisitos para Edificações Térreas com Paredes de Concreto Celular Espumoso. Dezembro 2003*

Direitos Reservados 2010

48

## Documentos

- *Relatório IPT 42.169. Ensaio de flexo-compressão em paredes construídas em concreto celular, com armadura interna. Novembro 1999*
- *Relatório de Ensaio IPT 869.356, IPT. Medição da isolamento sonora de parede. Janeiro 2000*
- *Relatório de Ensaio IPT 869.628. Ensaio de resistência ao fogo em parede com função estrutural. Janeiro 2000*
- *Relatório Técnico IPT 43.427. Avaliação acústica de parede. Janeiro 2000*
- *Relatório de Ensaio IPT 870.123. Verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas. Fevereiro 2000*
- *Relatório de Ensaio IPT 870.124. Verificação do comportamento sob efeito de solicitações transmitidas por porta. Fevereiro 2000*
- *Relatório de Ensaio IPT 870.125. Verificação da resistência a impactos de corpo mole. Fevereiro 2000*
- *Relatório Técnico IPT 44.004. Avaliação de desempenho quanto à segurança ao fogo de sistema construtivo em paredes estruturais de concreto leve polimerizado, moldadas no local para casas térreas. Fevereiro 2000*
- *Relatório Técnico IPT 43.396. Avaliação do desempenho térmico de sistema construtivo com paredes estruturais em concreto celular moldadas no local, para casas térreas. Fevereiro 2000*

Direitos Reservados 2010

49

## DIRETRIZ SINAT

N. 001 REVISÃO 01

### DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS NO LOCAL

Ministério das Cidades

PBQP-H

Sistema Nacional de Avaliações Técnicas

28 de março de 2011

CN - SINAT

Brasília, DF

50

**CONCRETO LEVE**  
**COM  $\gamma=1.900\text{kg/m}^3$**

**DESEMPENHO DE SISTEMA CONSTRUTIVO EM  
PAREDES DE CONCRETO “LEVE (COM  $\gamma =$   
 $1.900\text{kg/m}^3$ ) ARMADO MOLDADA NO LOCAL**

---

**Ministério das Cidades**  
**PBQP-H**  
**Sistema Nacional de Avaliações Técnicas**

---

28 de março de 2011

CN - SINAT

Brasília, DF

51

**Previsto na Diretriz**

**$\gamma=1.900\text{kg/m}^3 \rightarrow$  casas térreas e  
sobrados**

**$\gamma=2.300\text{kg/m}^3 \rightarrow$  casas térreas,  
sobrados e edifícios**

52

## Previsto na Diretriz

$$\gamma = 1.900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow f_c \geq 14 \text{ MPa}$$

$$\gamma = 2.300 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow f_c \geq 20 \text{ MPa}$$

53

## Proposta Alteração

$$\gamma = 1.900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow f_c \geq 14 \text{ MPa} \rightarrow f_c \geq 8 \text{ MPa}$$

$$\gamma = 2.300 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow f_c \geq 20 \text{ MPa}$$

54

## Concreto Leve

- $f_{ck,est} \geq 8$  MPa, aos 28 dias de idade; média > 5MPa
- $E_c = 5$  a 10 GPa, aos 28 dias de idade;
- densidade de massa aparente: 1.800 kg/m<sup>3</sup> a 1.900 kg/m<sup>3</sup>;
- absorção de água: 20% a 28% (em massa);
- volume de vazios: 25% a 45% ;
- consumo cimento = 220 a 300 kg/m<sup>3</sup>;

Direitos Reservados 2010

55

## Concreto Leve

- agregado graúdo com  $D_{max} = 9$  mm;
- consumo de água de amassamento: 160 a 200 litros/m<sup>3</sup>;
- aditivo espumígeno: 0,6 litros/m<sup>3</sup>;
- *aditivo fluidificante: (0,6%) 2,0 kg/m<sup>3</sup>;*
- fibras de polipropileno 25 a 30mm: 0,2 a 1,0 kg/m<sup>3</sup>

Direitos Reservados 2010

56



# Documentos

**Relatório Técnico n. 44.087**

**IPT**

**Avaliação de desempenho de sistema  
construtivo em paredes estruturais de  
concreto leve moldadas no local**

**Cliente: TECNOMETA**

**Data: 04 de julho de 2003**

Direitos Reservados 2010

57

**IPT**  
Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Continuação do Relatório Técnico nº 44.087 (2ª via) 15/19

### 6. CONCLUSÕES

Apresenta-se uma síntese da avaliação na Tabela 7, considerando-se exclusivamente as paredes estruturais destinadas ao uso em casas térreas.

Tabela 7: Quadro resumo da avaliação de desempenho do sistema construtivo

ASPECTO	DESEMPENHO			Observação, adequação ou recomendação
	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Não Satisfatório	
<b>DESEMPENHO ESTRUTURAL</b>				
impactos de corpo mole	✓			-
cargas transmitidas por peças suspensas	✓			(1)
solicitações transmitidas por portas	✓			-
cargas horizontais uniformemente distribuídas, cargas verticais excêntricas e impactos de corpo duro	✓			-
<b>SEGURANÇA AO FOGO</b>				
reação e resistência ao fogo de parede	✓			-
comportamento global da edificação	✓			(2)
<b>ESTANQUEIDADE À ÁGUA</b>				
paredes internas	✓			(3)
paredes externas	✓			(4)
encontro paredes externas com o piso			✓	(5)
<b>DESEMPENHO TÉRMICO</b>				
desempenho térmico global da edificação	✓			mínimo nível B
<b>DESEMPENHO ACÚSTICO</b>				
isolamento sonoro proporcionado por paredes externas e paredes internas	✓			-
isolamento sonoro proporcionado por paredes entre unidades habitacionais			✓	(6)
<b>DURABILIDADE</b>				
retração por secagem		✓		(7)
resistência à penetração de íons cloreto		✓		(8)
carbonatação		✓		(9)
choque térmico		✓		-

58

# OBRAS

*1999 → Guaratinguetá - Aeronáutica*

*Casas térreas → 3 andares*

*2001 → Belém do Pará (7anos sem telhado)*

*2002 → Conchal CDHU*

*2002 → Rio Claro CDHU*

Direitos Reservados 2010

59

# OBRAS

**Casa  
na  
ABCP  
SP  
1991  
20anos**



Direitos R

60

# OBRAS

**Conj.  
Hab  
Parque  
Novo  
Mundo  
Itú  
SP**

**1992  
19anos**

Casa 14, Quadra15, Lote13



Casa 25, Rua Júpiter



Casa 80, Rua Urano



Casa 83, Rua Urano



Direitos Reservados 2010

61

# OBRAS

**Conj.  
Hab  
Parque  
Vitória  
Régia  
Sorocaba  
SP**

**1995  
16anos**



Direitos Reservados 2010

62

# ***OBRAS***

**Conj.  
Hab  
Santarém  
Natal  
RN**

**1986  
25anos**

**Rua  
Taubaté**



Direitos Reservados 2010

63

# ***OBRAS***



corrosão de  
armaduras

Conjunto  
Habitacional  
Santarém  
Natal  
RN  
1986  
25anos

64

# OBRAS

Conj.  
Hab  
Santarém  
Natal  
RN

1986

25anos

Rua  
Balsa  
Nova

Direitos Reservados 2010



65

## Relatório IPT

2003

8anos

TECNOMETA

Concreto Leve

**IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

15/19  
Continuação do Relatório Técnico nº 44.087 (2ª via)

### 6. CONCLUSÕES

Apresenta-se uma síntese da avaliação na Tabela 7, considerando-se exclusivamente as paredes estruturais destinadas ao uso em casas térreas.

Tabela 7: Quadro resumo da avaliação de desempenho do sistema construtivo

ASPECTO	DESEMPENHO			Observação, adequação ou recomendação
	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Não Satisfatório	
<b>DESEMPENHO ESTRUTURAL</b>				
impactos de corpo mole	✓			-
cargas transmitidas por peças suspensas	✓			(1)
solicitações transmitidas por portas	✓			-
cargas horizontais uniformemente distribuídas, cargas verticais excêntricas e impactos de corpo duro	✓			-
<b>SEGURANÇA AO FOGO</b>				
reação e resistência ao fogo de parede	✓			-
comportamento global da edificação	✓			(2)
<b>ESTANQUEIDADE À ÁGUA</b>				
paredes internas	✓			(3)
paredes externas	✓			(4)
encontro paredes externas com o piso		✓		(5)
<b>DESEMPENHO TÉRMICO</b>				
desempenho térmico global da edificação	✓			mínimo nível B
<b>DESEMPENHO ACÚSTICO</b>				
isolamento sonoro proporcionado por paredes externas e paredes internas	✓			-
isolamento sonoro proporcionado por paredes entre unidades habitacionais			✓	(6)
<b>DURABILIDADE</b>				
retração por secagem		✓		(7)
resistência à penetração de íons cloreto		✓		(8)
carbonatação		✓		(9)
choque térmico		✓		-

66

<p style="text-align: center;"><b>Relatório IPT</b></p> <p style="text-align: center;"><b>2003</b></p> <p style="text-align: center;"><b>8anos</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TECNOMETA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Concreto Leve</b></p>	<b>IPT</b>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas		15/19 Continuação do Relatório Técnico nº 44.087 (2ª via)	
	<b>6. CONCLUSÕES</b>				
	Apresenta-se uma síntese da avaliação na Tabela 7, considerando-se exclusivamente as paredes estruturais destinadas ao uso em casas térreas.				
	Tabela 7: Quadro resumo da avaliação de desempenho do sistema construtivo				
	<b>ASPECTO</b>	<b>DESEMPENHO</b>			<b>Observação, adequação ou recomendação</b>
		Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Não Satisfatório	
	<b>DESEMPENHO ESTRUTURAL</b>				
	impactos de corpo mole				-
	cargas transmitidas por peças suspensas				(1)
	solicitações transmitidas por portas				-
cargas horizontais uniformemente distribuídas, cargas verticais excêntricas e impactos de corpo duro				-	
<b>SEGURANÇA AO FOGO</b>					
reação e resistência ao fogo de parede				-	
comportamento global da edificação				(2)	
<b>ESTANQUEIDADE À ÁGUA</b>					
paredes internas				(3)	
paredes externas				(4)	
encontro paredes externas com o piso				(5)	
<b>DESEMPENHO TÉRMICO</b>					
desempenho térmico global da edificação				mínimo nível B	
<b>DESEMPENHO ACÚSTICO</b>					
isolamento sonoro proporcionado por paredes externas e paredes internas				-	
isolamento sonoro proporcionado por paredes entre unidades habitacionais				(6)	
<b>DURABILIDADE</b>					
retração por secagem				(7)	
resistência à penetração de íons cloreto				(8)	
carbonatação				(9)	
choque térmico				-	

67

<p style="text-align: center;"><b>DATEC</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SINAT</b></p> <p style="text-align: center;"><b>2011</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TECNOMETA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Concreto Leve</b></p>	<b>ASPECTO</b>	<b>DESEMPENHO</b>			
		Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Não Satisfatório	
	<b>DESEMPENHO ESTRUTURAL</b>				
	impactos de corpo mole	✓			
	cargas transmitidas por peças suspensas	✓			
	solicitações transmitidas por portas	✓			
	cargas horizontais uniformemente distribuídas, cargas verticais excêntricas e impactos de corpo duro	✓			
	<b>SEGURANÇA AO FOGO</b>				
	reação e resistência ao fogo de parede	✓			
	comportamento global da edificação	✓			
<b>ESTANQUEIDADE À ÁGUA</b>					
paredes internas	✓				
paredes externas	✓				
encontro paredes externas com o piso	✓				
<b>DESEMPENHO TÉRMICO</b>					
desempenho térmico global da edificação	✓				
<b>DESEMPENHO ACÚSTICO</b>					
isolamento sonoro proporcionado por paredes externas e paredes internas	✓				
isolamento sonoro proporcionado por paredes entre unidades habitacionais	✓				
<b>DURABILIDADE</b>					
retração por secagem	✓				
resistência à penetração de íons cloreto	✓				
carbonatação	✓				
choque térmico	✓				

68

ASPECTO	DESEMPENHO		
	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório	Não Satisfatório
<b>DESEMPENHO ESTRUTURAL</b>			
impactos de corpo mole			
cargas transmitidas por peças suspensas			
solicitações transmitidas por portas			
cargas horizontais uniformemente distribuídas, cargas verticais excêntricas e impactos de corpo duro			
<b>SEGURANÇA AO FOGO</b>			
reação e resistência ao fogo de parede			
comportamento global da edificação			
<b>ESTANQUEIDADE À ÁGUA</b>			
paredes internas			
paredes externas			
encontro paredes externas com o piso			
<b>DESEMPENHO TÉRMICO</b>			
desempenho térmico global da edificação			
<b>DESEMPENHO ACÚSTICO</b>			
isolamento sonoro proporcionado por paredes externas e paredes internas			
isolamento sonoro proporcionado por paredes entre unidades habitacionais			
<b>DURABILIDADE</b>			
retração por secagem			
resistência à penetração de íons cloreto			
carbonatação			
choque térmico			

DATEC  
SINAT

2011

TECNOMETA

Concreto Leve

69

## Concreto Leve Armado

- traço típico:
  - cimento = 310 kg/m<sup>3</sup>;
  - areia seca = 700 kg/m<sup>3</sup>;
  - pedrisco = 480 kg/m<sup>3</sup>;
  - água = 160 kg/m<sup>3</sup>;
  - aditivo = 3kg/m<sup>3</sup>;
- O concreto celular é obtido pela mistura dos componentes acima, sendo utilizados caminhões betoneira convencionais;
- Deve existir rigoroso controle da dosagem e de qualidade de concreto, através de um laboratório instalado no canteiro;
- Nas paredes usar treliças galvanizadas

Direitos Reservados 2010

70

# Atualmente 2011



71



72



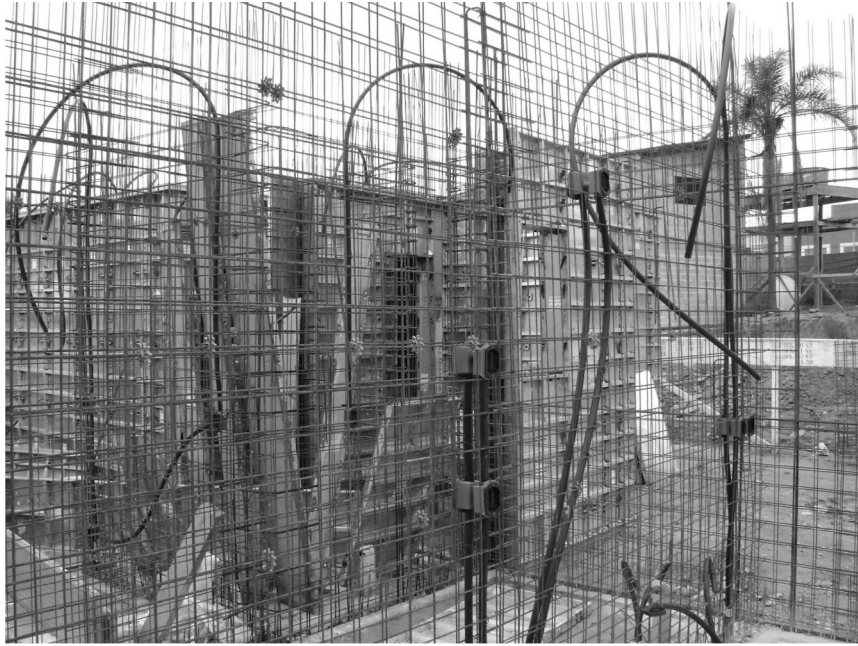


73



74

## Telas Metálicas



75



76



77



78



79



80



81



82





83



84



85



86



87



88



## **NBR 15575-2:2008 Requisitos Gerais** **item 7. Desempenho Estrutural**

*Requisito:* deve atender à norma de projeto estrutural. NBR 8681; NBR 6118; NBR 5674; NBR 14037. Qual?

*Considerando casa térrea, paredes de 8cm a 14cm, telhado de telha de barro, laje de forro (8cm), pé-direito de 2,50m, resulta taxa de compressão na base da parede <0,06MPa.*

*O radier de concreto armado  $f_{ck}=20\text{MPa}$ , deve suportar de 450kg/m a 800kg/m sob as paredes e deve ser armado com tela/malha de largura 1m sob as paredes. (Projetista / Calculista)*

- ✓ *Impacto de corpo mole*
- ✓ *Impacto de corpo duro*
- ✓ *Carga Suspensa*
- ✓ *Impacto de fechamento de portas (contra marco de CA)*
- ✓ *Janelas e vãos (verga e contra-verga)*

Direitos Reservados 2010

89

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais** **item 8. Segurança contra incêndio**

*Ensaio de canto: carga de incêndio de madeira em tabique, com duração de 2h, segundo ASTM E 603 (rel. NUTAU.SP) (NBR 14432)*

1. *Probabilidade baixa de início. Sistema incombustível;*
2. *Baixa propagação de fumaça (piso, laje forro, paredes → concreto)*
3. *Tempo e facilidades para evacuação (casa térrea)*
4. *Compartimentação → integridade do sistema estrutural (observado uma trinca vertical e lascamento da superfície do piso)*
5. *Propagação improvável a outra unidade habitacional, a excessão de ser usado madeira no telhado*

Direitos Reservados 2010

90

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais** **item 8. Segurança contra incêndio**

*NBR 14432:2001. Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações. Procedimento. ABNT*

*TRRF tempo requerido de resistência ao fogo. Período de tempo de resistência ao fogo de um elemento construtivo quando sujeito ao incêndio-padrão.*

*TRRF → 30 minutos; 60 minutos; 90 minutos e 120 minutos (> 30m);*

### **Isentas:**

- ✓ **qualquer edificação com área < 750m<sup>2</sup>;**
- ✓ **qualquer edificação térrea;**
- ✓ **qualquer sobrado com área < 1.500m<sup>2</sup> e carga de incêndio específica < 1.000MJ/m<sup>2</sup>**

Direitos Reservados 2010

91

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais** **item 9. Segurança no uso e na operação**

O sistema de paredes em concreto leve não apresenta:

1. risco de rupturas, instabilizações, tombamentos ou quedas, que possam colocar em risco a integridade física dos usuários ou de transeuntes nas imediações do imóvel;
2. risco de partes expostas cortantes ou perfurantes;
1. risco de deformações e defeitos acima dos limites especificados na NBR 15575

Direitos Reservados 2010

92

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 10. Estanqueidade**

1. Umidade ascensional do solo → radier de CA (*qq sistema*)
2. Umidade ascensional pelas paredes (*qq sistema*)  
→ proteção com material base betume/alcatrão ou manta plástica  
→ calçada externa > 50cm com rebaixo > 3cm  
→ respingos de chuva → barramento impermeável 60cm parede externa
3. Telhado com beiral (60cm e / ou platibanda e rufo
4. Áreas molháveis → barra impermeável, azulejo, etc. ≥1,5m

Direitos Reservados 2010

93

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 11. Conforto Térmico**

*NBR 15220-1 a 5:2005 Desempenho Térmico de Edificações*

O desempenho térmico depende:

1. Janelas e portas;
2. Zona Bioclimática (8 no Brasil);
3. Acabamento, espessura e cor de paredes e pisos;
4. Do tipo de cobertura (telhado+forro+cor telhado);
5. Do pé-direito;
6. Da orientação do imóvel e ventos;
7. Do período de ocupação;
8. Do número de usuários;
9. Das fontes internas de calor

Direitos Reservados 2010

94

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 11. Conforto Térmico**

*NBR 15220-1 a 5:2005 Desempenho Térmico de Edificações*

**O desempenho térmico no caso do  
Concreto Leve é superior quando  
comparado aos Sistemas tradicionais e ao  
de Concreto convencional com a mesma  
espessura de parede.**

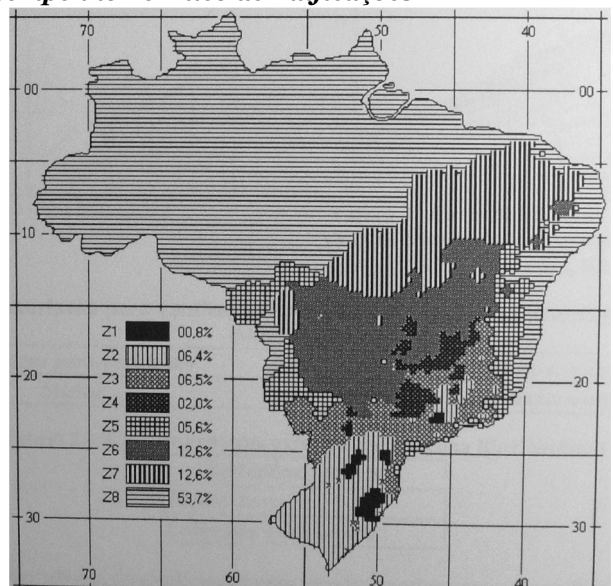
Direitos Reservados 2010

95

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 11. Conforto Térmico**

*NBR 15220-1 a 5:2005 Desempenho Térmico de Edificações*

**Zoneamento  
Bioclimático  
Brasileiro.  
8 Zonas**



Direitos Reservados 2010

96

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 12. Conforto Acústico**

NBR 10151:2000. Acústica. Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade . Procedimento

NBR 10152:1987. Níveis de ruído para conforto acústico

- ✓Isolação/amortecimento acústico entre ambientes
- ✓Isolação/amortecimento acústico de fontes externas

Depende:

1. Do local (ambiente externo)
2. Das aberturas janelas, portas, caixilhos
3. Da cobertura (telhado, estrutura, forro)

Direitos Reservados 2010

97

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 12. Conforto Acústico**

**Muitos projetos arquitetônicos especificam forro de PVC, o que atenderia mas pode haver outras alternativas. Tem de ser avaliado a partir do projeto de arquitetura.**

**O importante é ressaltar que conforto térmico e acústico depende mais do projeto arquitetônico do que do material das paredes, porém o concreto leve é uma opção que só ajuda a melhorar ainda mais.**

Direitos Reservados 2010

98

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 13. Conforto Lumínico**

1. Iluminação natural, depende:
  - a) disposição dos cômodos;
  - b) orientação geográfica da edificação;
  - c) dimensionamento e posição das aberturas;
  - d) tipo de janela e de envidraçamento;
  - e) rugosidade e cor de paredes, tetos e pisos;
  - f) poços de ventilação e iluminação zenital;
  - g) influência de interferências externas (vizinhança)

2. Iluminação artificial

Direitos Reservados 2010

99

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 15. Saúde, Higiene e Qualidade do Ar**

1. Atender aos Regulamentos Técnicos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária
2. Propiciar condições de salubridade no interior da edificação, de forma a evitar a proliferação de microorganismos (como fungos e bactérias), considerando as condições de umidade e temperatura no interior da unidade habitacional, aliadas ao tipo dos sistemas utilizados na construção. (materiais hidrófilos ou hidrófugos)

Direitos Reservados 2010

100

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 16. Funcionalidade e Acessibilidade**

1. Atender dimensões e áreas mínimas
2. Ter programa de Gestão de Qualidade do Projeto, Execução e Uso
2. No projeto e na execução das edificações térreas e assobradadas de caráter evolutivo deve ser prevista – pelo incorporador ou construtor - a possibilidade de ampliação, especificando-se os detalhes construtivos necessários para ligação ou a continuidade de paredes, pisos, coberturas e instalações.

*“paredes → flexibilidade e permitem expansões”*

Direitos Reservados 2010

101

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 17. Conforto Tátil e Antropodinâmico**

1. Não prejudicar as atividades normais dos usuários, ao caminhar, apoiar, limpar, brincar, estudar, divertir-se, e semelhantes
1. Não apresentar rugosidades, ressaltos, pontas, fempas, quinas, contundências, depressões ou outras irregularidades nos elementos, componentes, equipamentos e quaisquer acessórios ou partes da edificação.

Direitos Reservados 2010

102

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**

### ***item 18. Adequação Ambiental***

- Interferir o mínimo possível no ambiente
- Evitar os riscos ambientais (encostas, enchentes)
- Reduzir consumo de água
- Usar materiais que causem menor impacto ambiental, desde as fases de exploração dos recursos naturais à sua utilização final.
- Implementar um sistema de gestão de resíduos no canteiro da obras, de forma a minimizar sua geração e possibilitar a separação de maneira adequada para facilitar o reuso, a reciclagem ou a disposição final em locais específicos.

Direitos Reservados 2010

103

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**

### ***Anexos C & D. Vida Útil (VUP) & Garantia***

1. Fundações e estrutura  $\geq$  40anos / **5anos**
2. Paredes internas  $\geq$  20anos / **5anos**
3. Cobertura  $\geq$  20anos / **5anos**
4. Sistemas de impermeabilização  $\geq$  8anos / **5anos**
5. Revestimentos de paredes internas  $\geq$  13anos e externas  $\geq$  20anos / **fissuras 2anos, estanqueidade 3anos e aderência 5anos;**
6. Cimentados, piso acabado em concreto  $\geq$  13anos / **fissuras 2anos, estanqueidade 3anos;**
7. Pintura interna  $\geq$  3anos e externa  $\geq$  8anos / **2anos;**
8. Selantes, juntas e rejuntamentos  $\geq$  4anos / **1ano.**

Direitos Reservados 2010

104



**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 14. Durabilidade & Manutenibilidade**

Métodos de Avaliação da Vida Útil:

1. Comprovação de atendimento às normas específicas de projeto naquilo que tange à vida útil e durabilidade → **NBR 12646?** ou **NBR 6118?**
2. Comprovação de que os componentes e elementos atendem à especificação técnica correspondente → **NBR 15319 tubos**
3. Cumprir com normas estrangeiras → ASTM, ISO?
4. Inspeção e diagnóstico de campo em obras já executadas e com idade > 2 anos;
5. Análise e extrapolação de resultados de estações de ensaio de campo ou acelerado.

“Manual de Uso, Operação e Manutenção Preventiva”

Direitos Reservados 2010

105

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 14. Durabilidade & Manutenibilidade**

Foram inspecionadas as paredes das casas térreas dos seguintes conjuntos habitacionais, habitados:

- Casa térrea em uso comercial há 20 anos, no pátio da Associação Brasileira de Cimento Portland ABCP, em São Paulo - SP, em princípio localizada em atmosfera urbana e industrial;
- Conjunto Habitacional Parque Novo Mundo II, em Itu - SP, executado há cerca de 19 anos, em princípio localizado em atmosfera rural;
- Conjunto Habitacional Parque Vitória Régia, em Sorocaba - SP, executado há cerca de 16 anos, em princípio localizado em atmosfera urbana;
- Conjunto Habitacional Santarém, em Natal, Rio Grande do Norte, executado há cerca de 25 anos, em princípio localizado em atmosfera marítima.

Direitos Reservados 2010

106

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 14. Durabilidade & Manutenibilidade**

**Metodologia de Inspeção:**

- Vistoria Geral visual das casas com foco nas paredes;
- *Potencialmente, a região mais sensível à deterioração precoce e significativa é a base aparente das paredes externas, o primeiro um metro de altura. Essa região é a única a receber uma incidência significativa de água de chuva e que, conseqüentemente, poderá desencadear um processo de corrosão da armadura;*
- Inspeção complementar detalhada apenas nas paredes externas.

Direitos Reservados 2010

107

**NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**  
**item 14. Durabilidade & Manutenibilidade**

Ensaio nas paredes, “in loco”:

1. Posicionamento da armadura;
2. Profundidade de carbonatação do concreto;
3. Teor de cloretos, no caso de atmosfera marítima;
4. Potencial de corrosão da armadura;
5. Extração de testemunhos de concreto;
6. Extração de testemunhos de aço.

Direitos Reservados 2010

108

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais**

### ***item 14. Durabilidade & Manutenibilidade***

Cabe salientar que as paredes internas apenas têm risco de umidade e de corrosão, em situações de falhas do processo construtivo ou de manutenção, p. ex., associadas a:

- falhas ou ausência de acabamento impermeável nas áreas de box de banheiro, de pia de cozinha ou de tanque;
- umidade de infiltração ou acidental, que não sejam corrigidas a curto ou médio prazo;
- falhas ou ausência de impermeabilização da fundação (radier), em solos com pouca drenagem, e que poderão desencadear a médio ou longo prazo absorção capilar significativa nas paredes, através do concreto celular espumoso.

Assim, as paredes internas foram apenas submetidas à inspeção visual, sem investigação destrutiva, pelos ensaios anteriores mencionados

Direitos Reservados 2010

109

## **Paredes de Concreto Leve Armado**

1. Precisa vencer as barreiras físicas;
2. Precisa carbonatar ou contaminar com cloreto;
3. Precisa despassivar e consumir o zinco;
4. Precisa de água para ter corrosão;
5. Precisa de muito tempo para consumir armadura
6. Se um dia consumir qual o problema?



110

Essas paredes de concreto leve, armado, fluido estão protegidas por sistema de multi-barreiras .

O concreto leve em si, dispensa qualquer tipo de proteção pois as classes I, II e III de agressividade não o alteram substancialmente ao longo do tempo.

As armaduras, imersas nesse concreto, são as únicas partes suscetíveis de apresentarem problemas de degradação precoce ao longo de uma vida útil de projeto, aferida pelo risco de aparecimento da primeira fissura.

Para reduzir esse risco foi estabelecido uma sistemática de multi-barreira.

111

<b>tipo de barreira → objetivo da proteção</b>	<b>atmosfera classe I e II</b>	<b>atmosfera classe III</b>
beirais e platibandas na cobertura → <i>objetivo manter as paredes externas secas</i>	com	com
revestimento impermeável de barramento de 60cm → <i>objetivo manter as paredes externas secas</i>	parede seca	parede seca
revestimento impermeável nas paredes internas de ambientes úmidos ( $\geq 1\text{m}$ ) → <i>objetivo manter as paredes internas secas</i>	não há	não há
barreiras físicas conferidas pelas pinturas → <i>objetivo manter as paredes internas e externas secas</i>	corrosão	corrosão
barreira química conferida pelo concreto de cimento Portland com $a/c=0,6$ e $\text{pH} > 12$ → <i>objetivo passivar o aço</i>	de 20 a 35anos	de 15 a 25anos
barreira física e química conferida pela espessura de cobrimento → <i>objetivo passivar o aço</i>	para despassivar	para despassivar
corrosão (cinética) do aço das armaduras com baixa pressão de expansão (concreto leve e "poroso") imerso em paredes secas → <i>objetivo retardar primeira fissura</i>	somar + 45anos	somar + 45anos
barreira física conferida pelo zinco (galvanização) → <i>objetivo manter o aço passivado e seco</i>	mais de 60anos, para	mais de 45anos, para
barreira química conferida pelo zinco → <i>proteção catódica do aço das armaduras</i>	despassivar a barra	despassivar a barra

112

### **Sobre a resistência das paredes de concreto leve**

As análises realizadas, sempre a favor da segurança e com folga, admitindo coeficientes de segurança recomendados na normativa brasileira, mostraram que há suficiente segurança estrutural, para sobrados, sempre que a resistência do concreto leve seja igual ou supere apenas 1,32MPa. No caso de casas térreas a resistência necessária é de apenas 0,45MPa.

Portanto concluindo de modo definitivo:

*“Desde que as casas térreas, casas geminadas, casas sobrepostas multifamiliares e sobrados residenciais unifamiliares e multifamiliares tenham sido construídos com o concreto leve descrito neste Parecer; que as paredes tenham sido construídas com os procedimentos aqui reproduzidos e que a manutenção seja realizada periodicamente, **as paredes de concreto leve do Sistema Construtivo TECNOMETA apresentarão capacidade resistente da ordem de 5 a 6 vezes mais que o necessário.***

*Assim sendo, adotar resistência do concreto leve de 8MPa é mais que suficiente, o que permite afirmar que os futuros proprietários e usuários poderão ampliar suas casas e sobrados em pelo menos mais um andar, sem necessidade de um cálculo mais refinado”.*

113

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais** **item 14. Durabilidade & Manutenibilidade**

### **Sobre a durabilidade:**

- O posicionamento do Prof Helene, adotando para durabilidade o conceito de vida útil de serviço, ao invés de vida útil de projeto, pode, em princípio, induzir que há um conflito de idéias entre pesquisadores.
- Dada a indefinição de local dos empreendimentos e de arquitetura das casas, aliada à dificuldade de conhecimento da cinética do processo de corrosão, a postura adotada anteriormente por alguns pesquisadores era de resguardo, daí não se “arriscar” a opinar sobre durabilidade após a despassivação do aço. Quando a análise refere-se a um caso pontual, bem definido, e com conhecimento amplo do processo de corrosão das armaduras, pode-se vislumbrar a hipótese de adotar o conceito de vida útil de serviço.
- Portanto, acatamos o parecer do Prof Helene, no qual fica explicado que as casas tendem a uma durabilidade superior a 50 anos, na hipótese mais pessimista.
- 
- *CEF → São Paulo, 05 MAR 2001 10/11 → Coordenação de Engenharia*

Direitos Reservados 2010

114

## **NBR 15575-1:2008 Requisitos Gerais** **item 14. Durabilidade & Manutenibilidade**

**Sobre o sistema, ainda há três aspectos a considerar:**

- Necessidade de acompanhamento técnico especializado;
- O segundo, é a importância da manutenção preventiva;
- E o terceiro, são as recomendações do Prof. Helene;
  - > Manter a utilização de produto betuminoso na interface paredes/rádier;
  - > Otimizar o processo de cobrimento das armaduras de forma a mantê-lo precisamente em 20 mm;
  - > Manter o estucamento de paredes, após a desforma, utilizando pasta de cimento, areia bem fina e aditivo de base acrílica;
  - > Manter o revestimento externo atual, através da aplicação de hidrofugantes de base silicone tipo resina de silicone, silanos ou siloxanos oligoméricos, renovados a cada 4 anos. Alternativamente, revestir com pintura 100% acrílica para exteriores, com um mínimo de 3 demãos, até a altura de 1,50 m;
  - > Providenciar pingadeiras e acabamentos para a base dos vãos de janela;
  - > Manter a calçada externa em nível inferior ao da casa, em pelo menos 3 cm.

“Finalizando, **concluimos pela viabilidade de financiamento ao sistema construtivo** “

“**CEF → São Paulo, 05 MAR 2001 10/11 → Coordenação de Engenharia** “

Direitos Reservados 2010

115

**SHAPE**  
SHAPE YOUR LIFE

RS 7,90

EXCLUSIVO!

**o batom que emagrece existe!**

**SHERON MENEZES**  
de corpão novo!  
"Afinei 2 manequins e ganhei mais fôlego com a dança!"

DETONE 500 CALORIAS LONGE DA ACADÊMIA

ACABE COM A FLACIDEZ com o novíssimo treino Foam Roller

SUPERSEXY O make certo para a cor dos seus olhos

ENXUGUE 4KG EM 1 MÊS COMENDO DE TUDO!

SUPERTESTE E aí? Como anda a sua autoestima?

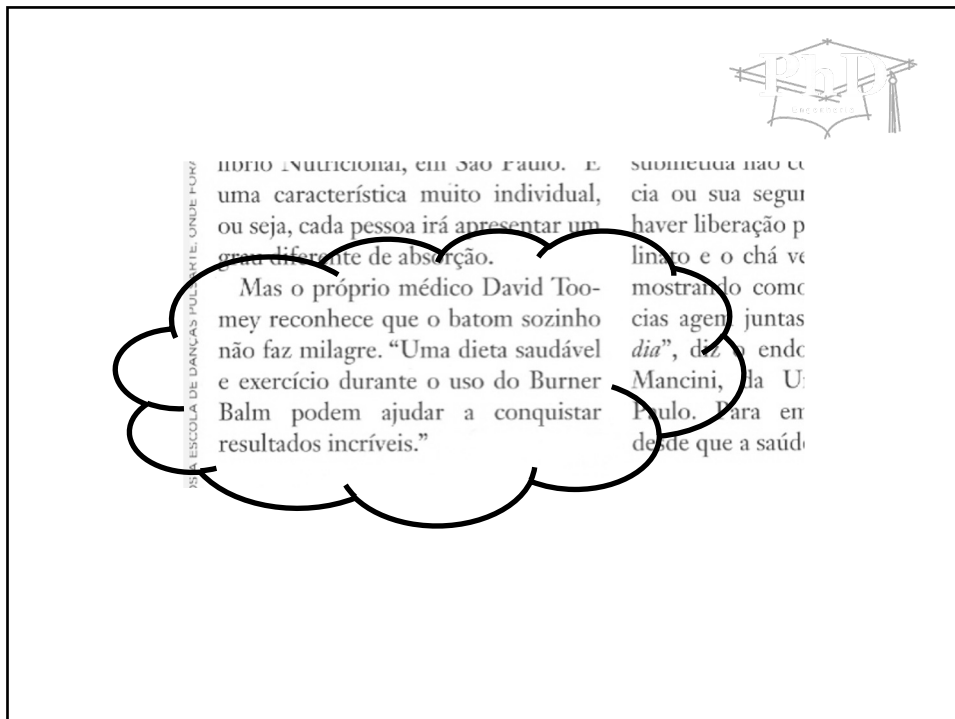
E MAIS

• Combine os alimentos certos e ganhe mais saúde  
• 14 segredos para acabar com a prisão de ventre

116



117

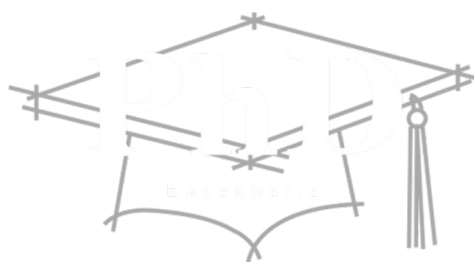


118

## **Concreto Autoadensável para Paredes**

- **É possível não ter problemas**
  - **Necessita estudos prévios**
- **Necessita gerenciar a qualidade**
  - **É um trabalho de equipe**
- **Precisa conhecer e bem usar normas e documentos existentes**

120



**PhD Engenharia Ltda.**

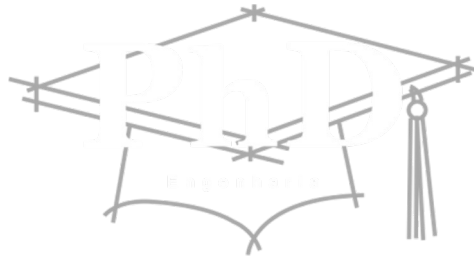
**fone: 11-2501-4822**

**celular: 11-7881-4014**

**[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)**

121





**OBRIGADO !**

PhD Engenharia Ltda

Telefone: 11 2501-4321

Celular: 11 / 881-4014

[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)