

## **CARACTERIZAÇÃO DO CONCRETO AUTOADENSÁVEL APLICADO EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL CONFORME ABNT NBR 15823/2010**

*CHARACTERIZATION OF THE SELF-COMPACTING CONCRETE APPLIED TO CONCRETE WALLS MOLDED IN PLACE ACCORDING TO ABNT NBR 15823/2010*

Melo, Carlos (1); Helene, Paulo (2);

*(1) Mestre em Habitações, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT / LafargeHolcim SA  
(2) Professor Titular da EPUSP / PhD Engenharia*

*Rua Vereador José Nanci, 582, CEP 09290-415 - Santo André-SP*

### **Resumo**

Neste artigo técnico são apresentados os resultados obtidos através do estudo de caso em que o concreto autoadensável utilizado na execução de unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal pelo sistema construtivo denominado Paredes de Concreto construído na região de Metropolitana de São Paulo-SP foi classificado conforme ABNT NBR 15823/2010. Os resultados obtidos mostraram que o concreto aplicado atendeu em parte os requisitos requeridos para atendimento da normativa vigente, sendo cabível melhorias no processo

*Palavra-Chave: Concreto autoadensável, Paredes de Concreto*

### **Abstract**

*In this technical article are presented the results obtained through the case study in which the self-compacting concrete used in the execution of housing units of the My Home My Life program of the Federal Government, by the construction system denominated Concrete Walls built in the region of Metropolitan of São Paulo- SP, was classified according to ABNT NBR 15823/2010. The results showed that the applied concrete partially met the requirements required to comply with the current regulations, and improvements in the process are possible.*

*Keywords: Self-compacting concrete - Concrete walls*

## 1 Introdução

Em plena expansão no Brasil o sistema construtivo denominado “Parede de Concreto”, normalizado pela *ABNT NBR 16055/2012 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimento*, onde são especificadas as propriedades dos materiais empregados. Esta norma tem aplicação a Edifícios de qualquer geometria (em planta ou altura) com paredes moldadas in loco com fôrmas removíveis. Determina, assim, requisitos gerais da qualidade da estrutura e projeto com paredes de concreto dando diretrizes para durabilidade das estruturas de parede de concreto assim como para o projeto estrutural e propriedades dos materiais.

Para moldagem destas paredes, podem ser empregados dois tipos de concreto, segundo a comunidade da construção através da coletânea ano 2013 publicada em seu site. O principal concreto empregado é o de categoria autoadensável, conforme apresentado na Figura nº 01; em segundo, o convencional. Na visão de Santos (2012), a eficácia do sistema construtivo de parede de concreto moldada no local se deve às técnicas construtivas adotadas, principalmente ao tipo de concreto utilizado; fundamentalmente, para que o sistema apresente rapidez e qualidade, dependendo diretamente do desempenho do concreto aplicado.

**Tipos de concreto utilizados pelas construtoras**

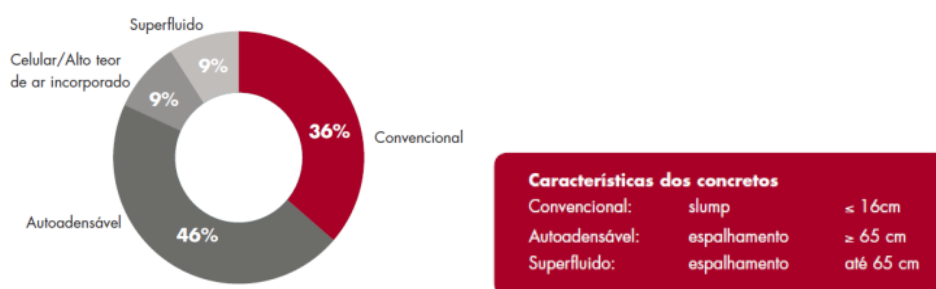


Figura nº 01 – Tipos de concreto utilizados pelas construtoras - (Comunidade da construção civil 2013)

Para o controle tecnológico do concreto a ABNT NBR 16055/2012, no item 8.1 foi observado à exigência do profissional responsável pelo pedido do concreto apenas a classe de espalhamento, conforme a Parte 2 da ABNT NBR 15823/2010, e o item 19.8 de mesma norma onde é definido como deve ser realizado o controle tecnológico do concreto (inclusive do concreto autoadensável), para o caso das paredes moldadas no local, item em consonância com as Normas ABNT NBR 12655/2015 - Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento, ABNT NBR15823/2010 e ABNT NBR 7212/2012 - Execução de concreto dosado em central — Procedimento.

Para o concreto autoadensável a ABNT NBR 12655/2015 estabelece também, no item 6, ensaios de controle de recebimento para concreto autoadensável espalhamento apenas as partes 2 e 3 da ABNT 15823/2010, habilidade passante em fluxo livre

respectivamente, não sendo exigidas as partes 4, 5 e 6 de mesma norma, sendo estas características restritas ao desenvolvimento do concreto.

Neste artigo apresentam-se os resultados de três estudos de caso onde foram verificadas as características do concreto aplicado através do emprego das partes de 1 a 6 da ABNT NBR 15823/2010 e ASTM C1611/C1611M Standard test method for slump flow of self-consolidating concrete, sendo os resultados obtidos classificados como preocupantes para o sistema construtivo.

## **2 Estudo de Caso**

Os estudos basearam-se na verificação e análise da qualidade do concreto autoadensável, aplicando em três empreendimentos imobiliários situados na região da Grande São Paulo-SP. Levaram em conta as especificações do projetista, os parâmetros estabelecidos na ABNT NBR 12655/2015 item 6 (Ensaio de controle de recebimento e aceitação), acrescidos dos ensaios para o estado fresco das partes 4, 5 e 6 da ABNT NBR 15823/2010 cujas características do empreendimento encontram-se descritos nos itens 2.1 ao 2.3.

### **2.1 Estudo de Caso 1 - EC1**

A obra analisada refere-se a um empreendimento imobiliário do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), destinado a famílias com renda mensal de até R\$1.600,00 (faixa 1 do programa – renda mensal até 3 SM), com investimentos na ordem de R\$135.000.000,00 para a construção de aproximadamente 1.408 unidades habitacionais com prazo de execução de 24 meses.

O volume de CAA aplicado somente nas paredes totaliza 28.160 m<sup>3</sup>, cuja especificação encontra-se na Tabela 01.

Para execução, neste prazo, a obra utilizou 4 jogos de fôrmas, sendo que cada jogo concreta – simultaneamente – duas unidades habitacionais em ciclos de concretagem diários de cada 40 m<sup>3</sup> de concreto CAA. A desforma foi realizada quando o concreto atingiu 3,0 MPa de resistência à compressão, obtido entre 10 h e 14 h após concretagem.

A obra é atendida por Central de concreto instalada em seu canteiro e optou por montar seu próprio laboratório de ensaios para realização do controle tecnológico, que incluiu a retirada do slump flow (recebimento) e ensaios de resistência a compressão axial (aceitação).

#### **2.1.1 Especificação do concreto utilizado na obra**

A Tabela 01 traz a transcrição do projeto das especificações realizadas pelo projetista para o CAA a aplicado na estrutura de paredes de concreto.

Tabela 01 – Itens especificados pelo projetista para o concreto – EC1

Requisito	Especificação
Resistência Projeto	$f_{ck} = 25$ Mpa
Resistência de desforma	$f_{c14h} > 3,0$ Mpa
Fibra de polipropileno	300 g/m <sup>3</sup>
Classe de Agressividade	II
Relação a/c	0,55
Consumo mínimo de cimento por m <sup>3</sup>	320
Modulo de deformação tangente inicial	28.000 MPa
Concreto Autoadensável	Classe – não especificada

## 2.2 Estudo de Caso 2 - EC2

A obra analisada refere a um empreendimento imobiliário também programa MCMV, destinado a famílias com renda mensal de até R\$1.600,00 (faixa 1 do programa – renda mensal até 3 SM), com investimentos na ordem de R\$59.000.000,00 para construção de aproximadamente 560 unidades habitacionais com prazo de execução de 18 meses.

O volume de CAA aplicado somente nas paredes totalizam 13.440 m<sup>3</sup>, cuja especificação consta na Tabela 02.

Para execução neste prazo, a obra utilizou dois jogos de fôrmas, sendo que cada jogo, concretou – simultaneamente – duas unidades habitacionais em ciclos de concretagem diários de 48 m<sup>3</sup> cada. A desforma do concreto se dava quando o concreto atingia a resistência de 3,0 MPa.

A obra foi atendida por Central de concreto localizada a uma distância de 8 km da obra. O controle tecnológico também foi realizado por Laboratório de ensaios privado e independente restringindo-se ao recebimento com retirada do slump flow, moldagens para determinação da resistência à compressão axial (aceitação) e, esporadicamente, a determinação do módulo de deformação ou de elasticidade a 30% de  $f_{ck}$ .

### 2.2.1 Especificação do concreto utilizado na obra

A Tabela 02 traz a transcrição do projeto das especificações realizadas pelo projetista para o CAA a ser aplicado na estrutura de paredes de concreto.

Tabela 02 – Itens especificados pelo projetista para o concreto – EC2

Requisito	Especificação
Resistência Projeto	$f_{ck} = 30$ MPa
Resistência de desforma	$f_{c14h} > 3,0$ MPa
Fibra de polipropileno	300 g/m <sup>3</sup>
Classe de Agressividade	II
Consumo de Cimento	> 280 kg/m <sup>3</sup>
Relação a/c	0,6
Consumo mínimo por m <sup>3</sup>	320
Módulo de deformação tangente inicial	>26,7GPa
Concreto Autoadensável	65 a 75 cm

## 2.3 Estudo de caso 3 - EC3

A obra analisada refere a um empreendimento imobiliário privado destinado ao programa MCMV, construído com financiamento da Caixa Econômica Federal com destinação para Faixa 2 do programa (famílias com renda mensal de 3 a 5 SM). Para tanto, houve investimentos na ordem de R\$94.000.000,00 para construção de aproximadamente 960 unidades habitacionais divididos em dois condomínios, com cronograma total de execução previsto para 24 meses.

O volume de CAA aplicado somente nas paredes totalizou 23.040 m<sup>3</sup>, cuja especificação encontra-se na Tabela 03.

Para execução no prazo programado, optou-se em utilizar três jogos de formas, sendo que cada jogo concretava – simultaneamente – duas unidades habitacionais em ciclos de concretagem diários. Foram empregados 56 m<sup>3</sup> de concreto, por etapa, com desforma após 12 h de concretado com resistência de 3,0 MPa.

A obra optou por uma central exclusiva para o canteiro e terceirizou o controle tecnológico que é restrito também a retirada do *slump flow teste* (*controle de recebimento*) e resistência à compressão axial (*controle de aceitação*).

### 2.3.1 Especificações e características do traço

A Tabela 03 traz a transcrição do projeto das especificações realizado pelo projetista para o CAA a aplicado na estrutura de paredes de concreto.

Tabela 03 – Itens especificados pelo projetista para o concreto – EC3

Requisito	Especificação
Resistência Projeto	$f_{ck} = 25$ MPa
Resistência de desforma	$f_{c,12h} > 3$ MPa
Fibra de polipropileno	600 g / m <sup>3</sup>
Classe de Agressividade	II
Consumo de Cimento	320 kg/m <sup>3</sup>
Fator a/c	0,60
Módulo de deformação tangente inicial	28.000 GPa
Concreto Autoadensável	SF2

## 3 Metodologia de análise do concreto

As análises foram realizadas in loco em conjunto com a equipe técnica do Centro Tecnológico da LafargeHolcim - unidade São Paulo, onde foi classificado o CAA conforme metodologia adotada.

A amostragem do concreto seguiu os parâmetros especificados na ABNT NBR 33/1998, sendo retirada numa única amostragem no terço médio de 80 L.



Os resultados obtidos nos estudos de caso foram classificados conforme ABNT NBR15823-1/2010 – Concreto autoadensável e Índice de estabilidade visual classificado conforme descrito na ASTM C1611/C1611M, cujo procedimento de caracterização do concreto no estado fresco seguiu as metodologias de ensaios descritos na Tabela 04 e para caracterização do concreto no estado endurecido os ensaios descritos na Tabela 05.

Tabela 04 – CAA – Parâmetros de verificação das propriedades do concreto no estado fresco

Parâmetro Analisado	Método de Ensaio
<b>Espalhamento (mm)</b>	ABNT NBR 15823/2010-2:2010
<b>Espalhamento J (mm)</b>	ABNT NBR 15823/2010-3:2010
<b>Caixa L (H2/H1)</b>	ABNT NBR 15823/2010-4:2010
<b>Funil V (s)</b>	ABNT NBR 15823/2010-5:2010
<b>Segregação (%)</b>	ABNT NBR 15823/2010-6:2010
<b>Índice de Estabilidade Visual – IEV</b>	ASTM C1611/C1611M/2014

Tabela 05 – CAA – Parâmetros de verificação das propriedades do concreto no estado endurecido

Parâmetro Analisado	Método de Ensaio
<b>Resistência à compressão axial (MPa)</b>	ABNT NBR 5739/2007
<b>Resistência à tração na flexão (MPa)</b>	ABNT NBR 12142/2010
<b>Módulo de deformação tangente inicial (MPa)</b>	ABNT NBR 8522/2008

## 4 Resultados obtidos

A Tabela 06 apresenta os traços empregados nos estudos de caso verificados, cujas informações relativas ao quantitativo dos traços foram obtidas junto a Central dosadora do concreto de cada obra.

Tabela 06 – Resumo dos Traços descritos com CAA aplicados nas estruturas

	EC1	EC2	EC3
Material	Traço aplicado	Traço aplicado	Traço aplicado
<b>CPV ARI RS</b>	363	336	332
<b>Água</b>	240	212	211
<b>a/c</b>	0,661	0,631	0,635
<b>Areia de Quartzo</b>	569	564	557
<b>Areia Artificial</b>	383	331	326
<b>Brita 0</b>	645	862	853
<b>Brita 1</b>	116	-	-
<b>Aditivo Inibidor</b>	-	0,3	-
<b>Aditivo Polifuncional</b>	-	2,01	1,49
<b>Aditivo Policarboxilato</b>	2,355	2,6	2,16
<b>Fibra de Polipropileno</b>	0,302	0,296	0,579

### 4.1 Considerações sobre a verificação in loco – EC1

As Figuras de nº 02 a 07 ilustram os resultados obtidos *in loco* e as respectivas análise e comentários classificam o CAA no estado fresco conforme a metodologia proposta como descrito a seguir:



Figura nº 02



Figura nº 03

Figura nº 02 – Ensaio de slump flow – In loco – EC1: - Observa-se que o concreto apresenta-se com slump flow de 724 mm, dentro dos parâmetro especificado pela concreteira de  $700 \pm 50$  mm e classificado conforme ABNT NBR 15823/2010 como classe SF2, nota-se na Figura 02 que o concreto está com evidente segregação.

Figura nº 03 – Borda segregando – In loco – EC1: - Detalha no slump flow em cuja borda pode-se observar uma segregação de 2 cm a 3 cm por todo o perímetro. Isso evidencia instabilidade da dosagem, segundo ASTM 1611C/1611M/2014 classifica-se como IEV de 3.



Figura nº 04



Figura nº 05

Figura nº 04 – Ensaio J-Ring – In loco – EC1: - O resultado obtido no anel J foi de flow de 720 mm, 4 mm apenas menor que o slump flow, sendo classificado conforme ABNT NBR 15823/10 parte 1, como PJ1. Nota-se a uma segregação de borda visualizada no ensaio slump flow, ratifica a instabilidade da mistura.

Figura nº 05 – Ensaio de Caixa L – In loco – EC1:- Observa-se, neste ensaio, que o concreto apresenta habilidade passante e classificado como PL2; nota-se clara segregação do concreto.



Figura nº 06



Figura nº 07

Figura nº 06 – Execução do Ensaio Funil V– EC1: - O tempo de escoamento  $T_{30s}$  foi de 3 s, sendo classificado como VF1 e na etapa  $T_{5mim}$  o funil V travou devido à segregação o concreto, evidenciando a instabilidade da mistura do concreto e considerado inadequado para aplicação.

Figura nº 07 – Ensaio de coluna de segregação – EC1: - Este ensaio demonstrou-se complexo para realização *in loco*; no entanto, entende-se que seu resultado foi satisfatório, pois demonstrou a segregação de 16,7% sendo classificado como SR1, adequado para a aplicação em estruturas de baixa complexidade e inadequado para aplicação em paredes, cuja exigência mínima conforme ABNT NBR 15823/10 parte 1 seria SR2.

## 4.2 Considerações sobre a verificação *in loco* – EC2

As Figuras de nº 08 a 11 ilustram os resultados obtidos *in loco* e as respectivas análises e comentários que classificam o CAA no estado fresco conforme a metodologia proposta como descrito a seguir:



Figura nº 08



Figura nº 09

Figura nº 08 – Ensaio slump flow– *In loco* – EC2 - O resultado obtido de slump flow para CAA foi de 715 mm, dentro da faixa especificada pelo projetista de 65 a 75 cm, classificado como SF2. Nota-se – ao centro – a pouca concentração de brita nas bordas e uma auréola formada pela segregação do concreto.



Figura nº 09 – Ensaio de slump flow – In loco – EC2: - A borda de argamassana maior parte da auréola inferior a 2 cm, visualizada no CAA. Notam-se as britas aflorando e uma concentração maior ao centro, seguindo os critérios da ASTM C1611/C1611M/2014 o IEV igual 2 tendendo a 3.



Figura nº 10



Figura nº 11

Figura nº 10 – Ensaio J Ring – In loco – EC2: - Observa-se uma leve segregação de argamassa por toda a auréola do CAA. O resultado obtido neste ensaio foi 680 mm, 35 mm inferior ao slump flow, sendo classificado como PJ2 conforme ABNT NBR15823/10.

Figura nº 11 – Ensaio no funil V – In loco EC2: - Detalhe da abertura da comporta e o fluxo de concreto contínuo. Os resultados destes ensaios foram similares em ambas as condições  $T_{30s}$  (3,73 s) e  $T_{5\ min}$  (4,77) com praticamente um segundo apenas de diferença após 5 min de repouso do concreto e classificado conforme ABNT NBR 15823/10 como VF1.

#### 4.3 Considerações sobre a verificação in loco – EC3

As Figuras de nº 12 a 16 ilustram os resultados obtidos *in loco* e as respectivas análises e comentários que classificam o CAA no estado fresco conforme a metodologia proposta como descrito a seguir:



Figura nº 12



Figura nº 13

Figura nº 12 – Ensaio de flow – In loco – EC3: - Execução *in loco* do ensaio de slump flow cujo resultado obtido foi de 695 mm, e classificado com SF2 atendendo a especificação

do projetista. Sob análise visual nota-se a evidente segregação na auréola de 2 cm formada o que classifica como IEV 3, conforme ASTM C1611/C1611M/2014.

Figura nº 13 – Ensaio do anel J – In loco – EC3:- O resultado obtido no ensaio do Anel J foi de 660 mm, 35 mm inferior ao ensaio de slump flow o que classifica como PJ2 conforme ABNT 15823/2010 como PJ2 em sua habilidade passante.



Figura nº 14



Figura nº 15

Figura nº 14 – Ensaio de Caixa L - In loco – EC3: - O resultado obtido de H2/H1 foi de 0,84, observou-se na aplicação que o concreto apresentou dificuldade quanto à habilidade passante classificado com PL2.

Figura nº 15 – Ensaio de funil V – In loco – EC3:- O resultado obtido para o  $T_{30s}$  e  $T_{5\text{ min}}$  foram 3,24 s e 6,24 s respectivamente e classificado como VF1.



Figura nº 16

Figura nº 16 – Ensaio dacoluna de segregação – EC3:- Vista da coluna de segregação preenchida, aguardando o período de 20 min para remoção do topo e base para lavagem dos agregados na peneira 4,8 mm. Neste quesito, o resultado do CAA foi 16,8% e classificado como SR1, inadequado para aplicação em paredes de concreto.

Na Tabela 07 é apresentado o resumo dos os resultados obtidos para o concreto estado fresco do concreto aplicado e classificações conforme ABNT NBR 15823/2010 e ASTM C1611M1611/2014.

Tabela 07 – Resumo: Análise do concreto conforme ABNT NBR15823/2010 – Partes 1 a 5 – EC1

Determinação	EC1		EC2		EC3	
	Obra	Classif. NBR 15823/10	Obra	Classif. NBR 15823/10	Obra	Classif. NBR 15823/10
Teor de Ar Incorporado (%)	2,2	-	3,0	-	3,0	-
Relação a/c	0,650	-	0,631	-	0,630	-
Espalhamento (mm)	724	SF2	715	SF2	695	SF2
Espalhamento J (mm)	720	PJ1	680	PJ2	660	PJ2
SF – PJ (mm)	4		35		35	
T500 (s)	1,6	VS1	1,0	VS1	1,0	VS1
TJ (s)	2,0	-	1,16	-	1,5	-
Caixa L (H2/H1) $\geq 80$ mm	1	PL2	0,87	PL2	0,84	PL2
Funil V (s)	3,00	VF1	3,73	VF1	3,24	VF1
	Travou	-	4,77	-	6,24	-
Segregação (%)	16,7	SR1	16,3	SR1	16,8	SR1
IEV	3	-	2 / 3	-	3	-

Na Tabela 08 são apresentados os resultados obtidos para o concreto estado endurecido do concreto aplicado.

Tabela 08 – Resumo dos resultados – Classificação segundo ABNT 15823/2010

Determinação	Idade	EC1	EC2	EC3
		Obra	Obra	Obra
Resistência à compressão Axial (MPa)	14 h	4,8	5,4	4,9
	7 d	22,5	34,8	28,6
	28 d	28,3	40,4	39,5
Resistência à Flexão (MPa)	7 d	2,90	3,89	3,90
	28 d	3,35	4,60	4,70
Módulo de Deformação Tangente Inicial (GPa)	28 d	24,5	28,32	26,6

## 5 Conclusão

Com base nas análises dos resultados, observações e constatações obtidas a partir dos estudos de caso, são apresentados neste item as principais conclusões obtidas.

### 5.1 Exigências do projetista para o concreto no estado fresco

Nos três estudos de caso, *In loco* a relação a/c foi alterada para atender à trabalhabilidade necessária às concretagens e ocasionou a instabilidade visualizada no traço levando a uma segregação visual acentuada dos CAAs entregues. Os demais itens especificados para o estado fresco do concreto foram atendidos, conforme define a ABNT NBR 16055/2012 – (Parede de concreto) em seu item 8.1.

## 5.2 Aplicação da ABNT NBR 15823/2010 - partes 1 a 6 e IEV conforme ASTM C1611/C1611M/2014

Nos três estudos de caso, o traço de concreto não pode ser classificado com autoadensável adequado para aplicação em paredes. As variações na reologia do CAA aplicado têm relação direta com a relação a/c e os impactos dessa elevação são mais evidenciadas no ensaio de segregação parte 6 da ABNT NBR 15823/2010 e no aspecto visual do CAA através do IEV conforme ASTM C1611/C1611M/2014.

É possível concluir que, para o recebimento do concreto autoadensável, a realização isolada do ensaio de slump flow, parte 2 da ABNT NBR 15823/2010 não é adequada como especificado na ABNT NBR 16055 item 8.1, só medir ou controlar espalhamento (flow), não é suficiente para garantir a qualidade do CAA aplicado em estruturas de parede de concreto, pois esta medida isolada, não abrange todas as características de reologia requeridas para a auto compactação do concreto (consistência, plasticidade, coesão e fluidez).

Conclui-se também que a implantação da ASTM C1611/C1611M/2014—*Standard test method for slump flow of self-consolidating concrete* – que estabelece o índice de estabilidade visual para o CAA, apresenta forte correspondência com os demais ensaios previstos na ABNT NBR 15823/10. Com a observação visual em prática, pode-se obter CAA adequados para aplicação sem onerar nem elevar substancialmente o custo, mas vai requerer um bom treinamento ministrado por especialista, envolvendo a equipe de recebimento da obra.

Por fim e com base nas observações do concreto aplicado nas estruturas dos três estudos de caso, conclui-se que o mesmo não apresenta as características necessárias para aplicação e receber a denominação de autoadensável.

## 6 Consequências do uso de CAA não conforme

As Fig. de 17 a 22 ilustram as consequências da aplicação nas estruturas do concreto sem as características de autoadensável requeridas em projeto. Foram observadas as seguintes manifestações patológicas durante a realização deste trabalho:



Figura n° 17



Figura n° 18



Figura nº 17 – Patologia concreto não autoadensável:- Demonstra ninho de concretagem e vazios gerados por incapacidade de preenchimento adequado das fôrmas, gerando retrabalho em obra.

Figura nº 18 – Falha de concretagem:- Nota-se o resultado da aplicação do concreto sem as características adequadas de coesão e fluidez, o que gerou a manifestação patológica observada. Esta patologia foi observado em praticamente todos estudos de caso.



Figura nº 19

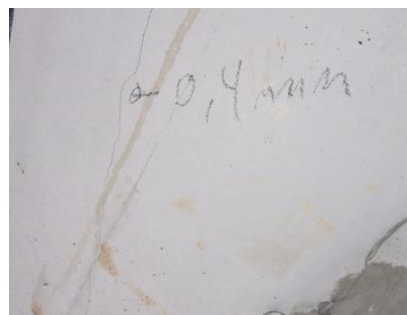


Figura nº 20

Figura nº 19 – Segregação do concreto:- Pela manifestação patológica apresentada, o concreto foi aplicado com grave segregação e com a fuga de argamassa pelos vão das formas.

Figura nº 20 – Surgimento de Fissuras:- A fissura de 0,4 mm apresentada na Figura nº 20 ocorreu com idade inferior a sete dias em diversos vão principalmente de janelas.



Figura nº 21



Figura nº 22

Figura nº 21 – Parede com junta fria: - Nota-se que o concreto aplicado na estrutura não se apresentava com as características autoadensável necessárias para aplicação. Observam-se três juntas frias de orientações distintas na parede.

Figura nº 22 – Falta de fluidêz: - Observa-se que o concreto não apresentou a fluidez necessária para o preechimento das formas abaixo da janela.

## Agradecimentos

A LafargeHolcim por ter cedido à estrutura laboratorial assim como os profissionais para elaboração dos estudos em laboratório e in loco.

Ao meu orientador Dr. Paulo Helene, pela confiança no meu trabalho, pelas horas dedicadas na análise de meus estudos e pela colaboração ao meio técnico com tantas “obras de arte” relacionada ao tema “concreto”.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 33: **Concreto: amostragem de concreto fresco**. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. NBR NM 67: **Concreto: determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. NBR 5738: **Concreto: procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. NBR 5739: **Concreto: Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 7212: **Execução de concreto dosado em central — Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. NBR 8522: **Concreto: Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão**. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. NBR 8953: **Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. NBR 12142: **Concreto: Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos**. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. NBR 12655: **Concreto de cimento portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. NBR 15823/2010-1: **Concreto auto-adensável: parte 1: Classificação, controle e aceitação no estado fresco**. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_.NBR15823/2010-2: **Concreto auto-adensável: parte 2: Determinação do espalhamento e do tempo de escoamento –Método do cone de Abrams.** Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_.NBR15823/2010-3: **Concreto auto-adensável: parte 3: Determinação da habilidade passante – método do anel J.** Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_.NBR15823/2010-4: **Concreto auto-adensável: parte 4: Determinação da habilidade passante –método da caixa L.** Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_.NBR15823/2010-5: **Concreto auto-adensável: parte 5: Determinação da viscosidade –Método do funil V.** Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_.NBR15823/2010-6: **Concreto auto-adensável: parte 6: Determinação da resistência à segregação – Método da coluna de segregação.** Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. NBR 16055/2010: **Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimento.** Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_.**Standard test method for slump flow of self-consolidating concrete.**C1611/C1611M.Philadelphia, 2014.

FONSECA JR, A (Coord.). **Parede de Concreto: Coletânea de Ativos.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://abesc.org.br/arquivos/coletania-aditivos-09.10.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2015.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto.** São Paulo: Pini, 1992.

MEHTA E MONTEIRO, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 2ª. ed. São Paulo: Ibracon, 2014. 742 p.

MELO, C. E. S.. **Verificação e análise da conformidade do concreto autoadensável destinado a edificações construídas pelo sistema de paredes moldadas no local.** Dissertação de Mestrado, 139 p. - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios.

PAREDE de Concreto: **Coletânea de Ativos 2008/2009.** Comunidade da Construção.180p.

PAREDE de Concreto: **Coletânea de Ativos 2011/2013.** Comunidade da Construção.110p.

SANTOS, R. F. C.. **Estudo de concretos auto-adensáveis, com aditivo incorporador de ar, utilizado na produção de paredes de concreto armado moldado no local.**



Anais do 59º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2017  
Outubro-Novembro / 2017



@ 2017 - IBRACON - ISSN 2175-8182

Dissertação de Mestrado, 181 p. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto Autoadensável**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2015. 144 p.