



# CONCRETO ARQUITETÔNICO EM EDIFICAÇÕES HOTELEIRA E RESIDENCIAL – A TECNOLOGIA DE CONCRETO APLICADA NA EXECUÇÃO DE CONCRETOS LISOS E TEXTURIZADOS

## ARCHITECTURAL CONCRETE IN HOTEL AND RESIDENTIAL BUILDINGS - CONCRETE TECHNOLOGY APPLIED IN THE REALIZATION OF SMOOTH AND TEXTURED CONCRETE

Roberto Dakuzaku (1); Adriana Falcochio Rivera (2); Fernanda Barbosa Guimarães (3)

(1) Diretor, Engenheiro Civil, Idetk e S. Takashima Consultoria; (2) Diretora, Me. Engenheira Civil, Idetk e S. Takashima Consultoria; (3) Engenheira Civil, Even Construtora e Incorporadora S/A

(1) rdakuzaku@idetk.com; (2) adriana.rivera@idetk.com; (3) fbguimaraes@even.com.br

### Resumo

Apresentar as especificações e a tecnologia de concreto aplicadas nas concretagens das estruturas de fachadas compostas por grandes empenas de concreto arquitetônico texturizado, bem como, diversos elementos em concreto liso e texturizado aplicados em duas edificações conjuntas com função hoteleira e residencial de alto padrão implantadas pela EVEN Construtora, com consultoria da S. Takashima/IDETK, no bairro do Itaim na cidade de São Paulo SP.

O desafio para a tecnologia do concreto foi, a partir das especificações e premissas de controles dimensionais e de acabamento das superfícies, bem como, de implantação de uma obra em um dos bairros mais movimentados da cidade São Paulo, selecionar materiais, estudar e dimensionar as formas e dosagens para atender especificações do projeto.

Grandes empenas nas laterais dos edifícios hoteleiro e residencial, com 22 e 39 pavimentos respectivamente, assim como, elementos internos e externos como beirais, deveriam apresentar acabamento desejado sem patologias como vazios, manchamentos, bolhas ou fissuras.

As principais ações implantadas e conclusões, bem como sugestões de cuidados e medidas preventivas na execução de estruturas com o concreto cumprindo sua função arquitetônica, possibilitam a obtenção de uma estrutura bela e durável, bem como, registrar os estudos e procedimentos adotados na tecnologia de concreto e formas destas duas novas estruturas que marcam a história do concreto aparente recente.

*Palavra-Chave: Concreto arquitetônico; Hotel e Residencial; Concreto liso e texturizado; Durabilidade; Prevenção de fissuração*

### Abstract

To present the concrete specifications and technology applied in the concreting of the facade structures composed of large walls of textured architectural concrete, as well as several elements in smooth and textured concrete applied in two joint buildings with a high-end hotel and residential function implemented by EVEN Construction company, with consultancy from S. Takashima/IDETK, in the neighborhood of Itaim in the city of São Paulo SP.

The challenge for concrete technology was, based on the specifications and assumptions of dimensional controls and surface finishing, as well as the implementation of a work in one of the busiest neighborhoods in the city of São Paulo, selecting materials, studying, and sizing the shapes and dosages to meet project specifications.

Large gables on the sides of hotel and residential buildings, with 22 and 39 floors, as well as internal and external elements such as eaves, should present the desired finish without pathologies such as voids, stains, bubbles, or cracks.

The main actions implemented and conclusions, as well as suggestions for care and preventive measures in the execution of structures with concrete fulfilling its architectural function, make it possible to obtain a beautiful and durable structure, as well as to record the studies and procedures adopted in concrete technology and shapes of these two new structures that mark the history of recent exposed concrete.

*Keywords: Architectural Concrete; Hotel and Residence; Smoof and textured concrete; Durability; Cracking prevent*



## 1. Complexo Fasano – Hotel + Residências Fasano Itaim

O complexo Fasano, projeto do escritório Aflalo Gasperini Arquitetos, abrange duas edificações conjuntas, de uso misto, com função hoteleira e residencial de altíssimo padrão construído na rua Pedroso Alvarenga, no bairro nobre do Itaim na cidade de São Paulo. O complexo é de uso misto e agrega os usos hoteleiro, residencial e espaços comerciais abertos ao público nos pavimentos térreos. A arquitetura é composta por dois volumes, o hoteleiro junto à rua Pedroso Alvarenga e perpendicular a esse prédio, um outro volume prismático esbelto da forma à torre residencial. O empreendimento foi construído em terreno com área de 4.879,20 m<sup>2</sup>, possui 51.559,77 m<sup>2</sup> de área construída, 43 pavimentos na torre residencial com altura de 143 metros e 18 pavimentos na torre hoteleira. O grande desafio neste projeto foi obter superfícies de elementos estruturais compostos por pilares de seções retangulares e circulares, paredes e vigas executadas em concreto armado aparente, sem defeitos ou necessidade de retrabalhos após a desforma.

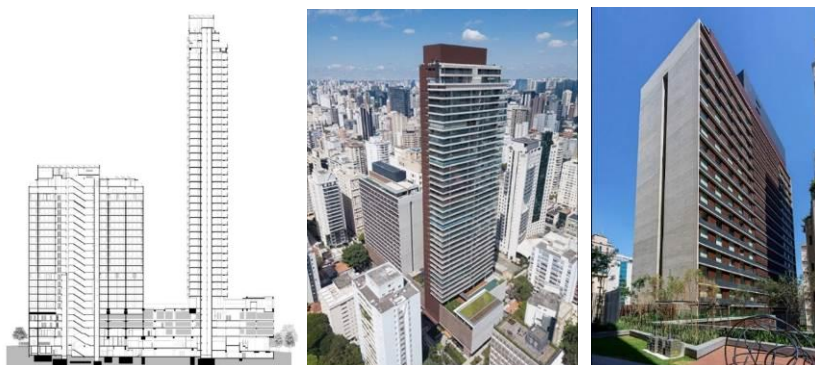


Figura 1: Fachadas do Complexo Fasano Itaim (Fonte: [www.even.com.br](http://www.even.com.br))

## 2. Concepção e acabamento das superfícies das estruturas das empenas, brises e áreas internas

Requisitos do empreendimento que definiram as diretrizes do projeto estrutural e especificação do concreto arquitetônico teve exigências muito mais rigorosas para a qualidade do acabamento superficial do concreto aparente, ao nível deste empreendimento de altíssimo padrão. Executar estruturas de concreto aparente e após a retirada das formas, obter acabamentos superficiais sem defeitos visíveis, como manchas causadas pelo lançamento das camadas de concreto, fuga de nata através dos moldes, por desmoldante, por sistemas de cura, marcas de pequenos buracos e de emendas de formas, falhas de concretagens, fissuras, falhas de concretagens, juntas frias e outros defeitos construtivos não são tarefas simples. Exigem cuidados muito mais rigorosos aos praticados em projetos de concreto aparente onde a prática convencional é o tratamento do acabamento, seja por simples estucamento ou retrabalhos para obter um acabamento satisfatório e aceitável, seja pelo arquiteto, usuário ou proprietário. A diretoria da construtora, literalmente subiu a “régua” para a qualidade do acabamento do concreto aparente em desafiar os engenheiros e equipe de colaboradores responsáveis pela execução das concretagens em obter um acabamento superficial sem nenhum defeito visível, principalmente nas fachadas executadas com forma de madeira ripada. O acabamento desejado foi retirar a forma e não fazer nenhum retrabalho, privilegiando a aparência e cor natural do concreto aplicado.

### 3. Etapas preliminares, planejamento das atividades para estudo do concreto das estruturas

Formado um comitê composto, conforme figura 4, por profissionais especializados para conhecer as exigências do projeto quanto a necessidade fundamental de obter estabilidade dimensional, acabamento superficial e mitigação de patologias. Assuntos tratados em reuniões preliminares definiram as rigorosas tolerâncias aceitáveis para a qualidade do concreto aparente, aliás, arquitetônico. Nesta fase foram discutidas as exigências para qualidade das formas das paredes com textura de madeira ripada produzida por uma empresa de marcenaria e pilares de seções retangulares e circulares moldados por forma de fibra de vidro, agente desmoldante, sistema de cura do concreto e sistema de acabamento e proteção superficial do concreto arquitetônico. Em outras palavras, resumidamente, o resultado a ser alcançado, mantido e praticado pelas equipes de produção em todas as concretagens era retirar a forma e não executar nenhum tipo de retrabalho.

Outra importante solicitação foi em ter uma empresa de fornecimento de concreto qualificada e capacitada em manter a qualidade dos materiais componentes do concreto arquitetônico mantendo as procedências e fabricantes durante o período de execução das estruturas.

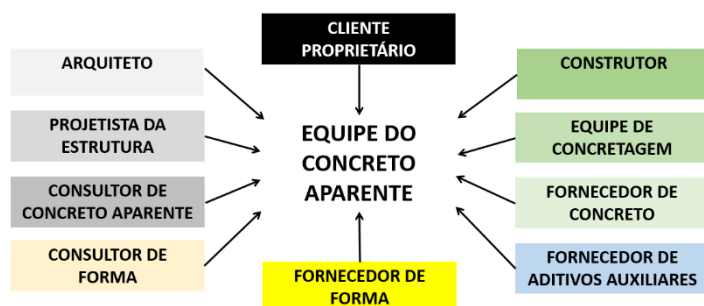


Figura 2: Equipe do concreto aparente

### 4. Estudo de dosagem do concreto para fundação e arquitetônico

Concreto a vista, aparente ou arquitetônico? Qual é o termo mais adequado para diferenciar o acabamento do concreto?

Segundo Rivera (2007), “o concreto arquitetônico, ou concreto aparente, pode ser definido como: todo o concreto que tem a sua superfície exposta, ou seja, à vista dos usuários da edificação. A função arquitetônica tem sido utilizada há muito tempo por arquitetos, devido, principalmente, à sua versatilidade em relação a formas, cores, texturas superficiais e acabamento. O Brasil e seus arquitetos são conhecidos em todo o mundo por sua arquitetura arrojada, realizando com o material concreto, obras arrojadas e com os formatos mais inesperados”.

Certamente existem várias definições e uma delas, do instituto americano de concreto ACI - American Concrete Institute, no documento ACI Concrete Terminology (2013) define para o concreto arquitetônico o seguinte termo: “Concreto que ficará permanentemente exposto à vista e, portanto, requer cuidados especiais na seleção dos materiais de concreto, conformação, colocação e acabamento para obter a aparência arquitetônica desejada”. Considerações arquitetônicas e estruturais, bem como considerações de material e construção são discutidas na norma ACI PRC-303-12 – Guide to Cast-in-Place Architectural Concrete Practice (2012).

A nossa atual ABNT NBR 14931:2023 preconiza os procedimentos para execução de estruturas de concreto sem detalhar os cuidados especiais adotados nas concretagens dos elementos de concreto arquitetônico deste projeto. O projeto arquitetônico especificou

a cor cinza, natural do cimento e dois tipos de textura, acabamento liso e acabamento ripado. No sistema liso, a superfície acabada deve ser totalmente lisa, sem indícios de riscos ou outros desenhos. Neste sistema, o concreto deve apresentar aparência brilhante, também conhecido por concreto “marmóreo”, pode ser dispensado o uso de vernizes e ficar com uma aparência muito mais natural. No sistema ripado, desenhos das ripas de madeira ficam impressos na superfície acabada.

Definido o fornecedor de concreto, foram iniciados estudos de dosagens em laboratório da central com amostras de materiais coletadas nas unidades de produção e fornecimento. Nesta fase foram testadas opções de aditivos de 3 fabricantes e tendo como critério de qualificação, através de ensaios comparativos o desempenho do concreto fresco e endurecido, requisitos para obter manutenção estendida do tempo de trabalhabilidade para validação das dosagens na obra por prazo de aplicação mínima de 180 minutos, lembrando que a atual ABNT NBR 7212:2022 limita este prazo em 150 minutos, e no caso dos traços de concreto autoadensável foi atribuído como aceitável no recebimento do concreto, índice de estabilidade visual IEV 0 a IEV 1, ou seja, era admitido pequena exsudação e segregação nas bordas do espalhamento, conforme preconiza a ABNT NBR 15823-1. Essa etapa de trabalho foi desenvolvida a duas mãos, em conjunto com o departamento técnico da central.



Figuras 3: Ensaios do concreto autoadensável em estudos de dosagens realizados para as concretagens do Complexo Fasano (Fonte: Arquivo S. Takashima)

#### 4.1 Procedimentos e metodologias, prática recomenda para estudar e verificar dosagens em laboratório

Realizada conforme tabela 1.

Tabela 1 – Ensaios em laboratório para aprovação de traços.

PRÁTICA RECOMENDADA PARA ESTUDO E VERIFICAÇÃO DE DOSAGEM E ENSAIOS EM LABORATÓRIO PARA APROVAÇÃO DE TRAÇOS	CONCRETO CONVENCIONAL	CONCRETO AUTOADENSÁVEL
Análise dos ensaios de caracterização dos materiais - NBR 7211	X	X
Estudo de dosagem - NBR 12655 e método S. Takashima	X	X
Verificação de dosagem em laboratório - NBR 12821	X	X
Medida do abatimento (Slump test) <sup>1</sup> - NBR 16889	X	*
Medida do ar incorporado NBR 16887	X	X
Determinação da massa unitária - NBR 9833 ou NBR 16887	X	X
Medida do espalhamento (Slump flow) <sup>1</sup> - NBR 15823-2		X
Viscosidade plástica aparente sob fluxo livre t500 <sup>1</sup> - NBR 15823-2		X
Índice de estabilidade visual sob fluxo livre IEV <sup>1</sup> - NBR 15823-2		X
Habilidade passante sob fluxo livre pelo anel J <sup>1</sup> - NBR 15823-3		X
Habilidade passante sob fluxo confinado pela caixa L - NBR 15823-4		X
Habilidade passante sob fluxo confinado pela caixa U (ensaio facultativo) - NBR 15823-4		X
Viscosidade plástica aparente sob fluxo confinado pelo funil V - NBR 15823-5		X
Resistência à segregação pela coluna de segregação - NBR 15823-6		*
Resistência à segregação pelo método da peneira (ensaio facultativo) - NBR 15823-6		*
Classificação do concreto autoadensável no estado fresco - NBR 15823-1 e NBR 15823-2		X
Manutenção da trabalhabilidade do concreto fresco - NBR 10342	X	X
Moldagem e cura de corpos de prova <sup>1</sup> - NBR 5738	X	X
Ensaio de resistência à compressão nas idades 12horas, 1, 3, 7 e 28 dias <sup>1</sup> - NBR 5739	X	X
Ensaio de módulo de elasticidade nas idades especificadas pelo projeto - NBR 8522	X	X
Ensaios comprobatórios de durabilidade - NBR 9204, NBR 9778, NBR 9779, NBR 10787	*	*
<b>ETAPAS DE SERVIÇOS PARA ESTUDAR E VALIDAR TRAÇOS</b>	<b>10</b>	<b>17 a 21</b>
<sup>(1)</sup> ensaios executados durante os estudos e aprovação de traços em laboratório e pelo controle tecnológico do concreto na obra		
(*) Quando especificado ou solicitado		

## 4.2 Traços de concreto refrigerado com classe de consistência S160 para fundação

Tabela 2 – Requisitos e composição dos traços.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO		
Traço nº Laboratório <sup>1</sup>	T 748	T 749
fck (MPa)	50	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	37	42
Relação a/c	0,433	0,377
Temperatura de recebimento na obra (°C)	≤ 19	≤ 19
Abatimento especificado NBR 7212 (mm)	SF 160 160 a 220	SF 160 160 a 220
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,5	1,5
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m³)	2484	2486
Teor de argamassa, em peso (%)	51,9	52,0
TRAÇO DE CONCRETO - M.C.C. (kg/m³)		
Cimento CP II E 40 Votorantim	368	416
Silica ativa Tecnosil	25	35
Areia natural Quartzol Minermix	242	225
Areia artificial Votorantim Agregados Araçariquama	565	526
Brita 0 calcário Votorantim Agregados Araçariquama	333	333
Brita 1 Calcário Votorantim Agregados Araçariquama	777	777
Água potável/Gelo	70/100	70/100
Aditivo 1 Polifuncional Midrange Techniflow 501/MC Bauchemie	3,46	4,06
Aditivo 2 Inibidor de hidratação Murasit Inibidor/MC Bauchemie	0,52	0,60



Figura 4:  
Slump S160  
(Fonte: Arquivo S. Takashima)

### 4.2.1. Resultados obtidos nos ensaios realizados durante os estudos de dosagens em laboratório

Tabela 3 – Características físicas e mecânicas obtidas durante estudo dos traços.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO		
Traço nº Laboratório Engemix	T 748	T 749
Concreto fresco		
Medida do Abatimento NBR NM 67(mm)	220	215
Teor de ar incorporado NBR NM 47 estimado	1,6	1,7
Massa unitária do concreto fresco (kg/m³)	2518	2515
Temperatura ambiente na data do estudo de traço (°C)	27,4	29,4
Temperatura do concreto na data do estudo de traço (°C)	18,0	18,5
Aparência do concreto fresco, segregação e trabalhabilidade	Boa	Boa
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 1 (MPa)	mole	mole
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 3 (MPa)	19,0	22,9
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 7 (MPa)	48,4 (42,1) <sup>1</sup>	59,9 (47,4) <sup>1</sup>
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 28 (MPa)	54,1 <sup>1</sup>	71,3 <sup>1</sup>
Módulo de elasticidade secante Ecs0,3fc7dias NBR 8522 (GPa) <sup>1</sup>	31,3 <sup>1</sup>	39,2 <sup>1</sup>
Módulo de elasticidade secante Ecs0,3fck NBR 8522 (GPa) <sup>1</sup>	39,0 <sup>1</sup>	44,5 <sup>1</sup>

(<sup>1</sup>) Resultados de ensaios fornecidos pelo laboratório TEXTE, relatórios Nr RE07323MODSEC00017-2013012020, RE07323MODSEC00019-2013012020, RE07323MODSEC00018-2003022020 e RE07323MODSEC00020-2003022020.

### 4.2.2. Traços aprovados para validação na obra

Na definição das dosagens, foi solicitado traço fck 55 MPa. Como procedimento do processo de produção e dosagem do concreto refrigerado na central fornecedora, após determinação da umidade dos agregados, toda água de amassamento corrigida e gelo foram adicionados na usina. Este procedimento preserva a relação a/c do traço aprovado e o desempenho dos aditivos para manter a trabalhabilidade do concreto fresco por tempo estendido. No recebimento do concreto na obra, a temperatura máxima de aceitação foi de 19°C.

Tabela 4 – Características e composições finais dos traços.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO			
	50	55	70
fck (MPa)	50	55	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	37	38	42
Relação a/c	0,433	0,405	0,371
Abatimento especificado NBR 7212 (mm)	SF 160 160 a 220	SF 160 160 a 220	SF 160 160 a 220
Temperatura de recebimento do concreto fresco na obra	≤ 19°C	≤ 19°C	≤ 19°C
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,5	1,5	1,5
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m³)	2484	2486	2487
Teor de argamassa, em peso (%)	51,9	52,0	52,0
TRAÇO DE CONCRETO - M.C.C. (kg/m³)			
Cimento CP II E 40 Votorantim	381	394	440
Silica ativa Tecnosil	25	25	35
Areia natural Quartzol Minermix	238	235	219
Areia artificial Votorantim Agregados Araçariquama	556	548	510
Brita 0 calcário Votorantim Agregados Araçariquama	333	333	333
Brita 1 Calcário Votorantim Agregados Araçariquama	777	777	777
Água potável/Gelo	70/100	70/100	70/100
Aditivo 1 Polifuncional Midrange Techniflow 501/MC Bauchemie	3,3 a 3,6	3,5 a 3,8	4,0 a 4,3
Aditivo 2 Inibidor de hidratação Murasit Inibidor/MC Bauchemie	0,3 a 0,5	0,3 a 0,5	0,3 a 0,5



## 4.3 Traços de concreto classe de consistência S160 para pilares e vigas de concreto arquitetônico

Tabela 5 – Características e composições dos traços com consistência S160.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO					
Traço n° Laboratório <sup>1</sup>	T 966	T 965	T 962	T 963	T 964
fck (MPa)	35	45	50	60	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	29	34	37	40	42
Relação a/c	0,489	0,454	0,437	0,410	0,376
Abatimento especificado NBR 7212 (mm)	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m <sup>3</sup> )	2479	2478	2476	2476	2481
Teor de argamassa, em peso (%)	52,7	52,6	52,6	52,6	52,7
TRAÇO DE CONCRETO - M.C.C. (kg/m <sup>3</sup> )					
Cimento CP II E 40 Votorantim	358	370	380	397	435
Sílica ativa Tecnosil	-	15	20	30	30
Areia natural Quartzo Mineremix	380	366	360	347	332
Areia artificial Votorantim Agregados Araçariquama	464	448	440	425	406
Brita 0 calcário Votorantim Agregados Araçariquama	381	381	381	381	381
Brita 1 Calcário Votorantim Agregados Araçariquama	707	707	707	707	707
Água potável	175	175	175	175	175
Aditivo 1 Polifuncional Mid range MasterGlenium 358/Basf	3,04	3,27	3,15	3,50	4,28
Aditivo 2 Controlador de hidratação MasterSet Delvo/Basf	1,43	1,54	0,80	0,85	1,71
Aditivo 3 Compensador de retração tipo G Dry D1	10	10	10	10	10

(<sup>1</sup>) Controle de dosagem do laboratório

### 4.3.1. Resultados obtidos nos ensaios realizados durante os estudos de dosagens em laboratório

Tabela 6 – Resultados obtidos nos estudos dos traços com consistência S160.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO					
Traço n° Laboratório Engemix	T 966	T 965	T 962	T 963	T 964
fck (MPa)	35	45	50	60	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	29	34	37	40	42
Relação a/c	0,489	0,454	0,437	0,410	0,376
Abatimento especificado NBR 7212 (mm)	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m <sup>3</sup> )	2479	2478	2476	2476	2481
Teor de argamassa, em peso (%)	52,7	52,6	52,6	52,6	52,7
Concreto fresco					
Medida do Abatimento NBR NM 67 (mm)	220	225	205	190	205
Teor de ar incorporado NBR NM 47 estimado	1,3	1,1	1,5	1,5	1,6
Massa unitária do concreto fresco (kg/m <sup>3</sup> )	2519	2524	2479	2497	2493
Temperatura ambiente na data do estudo de traço (°C)	26,0	26,7	26,4	26,4	26,7
Aparência do concreto fresco, segregação e trabalhabilidade	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 1 (MPa)	17,1	14,4	20,2	21,2	12,7
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 3 (MPa)	27,1	38,9	39,8	40,9	44,8
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 7 (MPa)	52,7	54,8	58,0	62,7	68,4
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 28 (MPa)	62,7	67,2	67,2	71,4	81,4'
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 63 (MPa)	-	-	-	-	82,8
Módulo de elasticidade secante Ecs0,3fck NBR 8522 (GPa)	-	-	39,7'	41,6'	44,3'

(<sup>1</sup>) Resultados do laboratório TEXTE, relatórios MODSEC00143-20-00, MODSEC00144-20-00 e MODSEC00145-20-00

### 4.3.2. Traços de consistência S160 aprovados para validação na obra

Essa família de traços foram aplicados nas concretagens de pilares com seções retangulares e cilíndicos, vigas e borda de lajes em concreto arquitetônico, conforme resistências especificadas no projeto estrutural. Para evitar mudanças na cor e acabamento do concreto aparente, o consumo de cimento foi limitado ao mínimo de 350 kg/m<sup>3</sup> e relação água/aglomerante em 0,50. A adição de aditivo compensador de retração tipo G, a base de óxido de cálcio supercalcinado teve por finalidade alcançar acabamentos superficiais bem lisos e manter a tonalidade da cor do concreto aparente após remoção das formas.

Tabela 7 – Traços finais com consistência S160.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO							
fck (MPa)	30	35	40	45	50	60	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	27	29	32	34	37	40	42
Relação a/c	0,499	0,489	0,462	0,454	0,461	0,410	0,377
Abatimento especificado NBR 7212 (mm)	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220	S160 160 a 220
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m³)	2479	2479	2477	2478	2478	2478	2481
Teor de argamassa, em peso (%)	52,7	52,7	52,6	52,6	52,6	52,6	52,7
TRAÇO DE CONCRETO - M.C.C. (kg/m³)							
Cimento CP II E 40 Votorantim	350	358	364	370	380	397	435
Silica ativa Tecnosil	-	-	15	15	20	30	30
Areia natural Quartzo Mineremix	383	380	369	366	360	347	332
Areia artificial Votorantim Agregados Araçariçuama	468	464	451	448	440	425	406
Brita 0 calcário Votorantim Agregados Araçariçuama	381	381	381	381	381	381	381
Brita 1 Calcário Votorantim Agregados Araçariçuama	707	707	707	707	707	707	707
Água potável	175	175	175	175	175	175	175
Aditivo 1 Polifuncional Midrange MasterGlenium 358/Basf	2,9 a 3,2	3,0 a 3,2	3,2 a 3,4	3,2 a 3,4	3,3 a 3,5	3,6 a 3,8	4,1 a 4,3
Aditivo 2 Controlador de hidratação MasterSet Delvo/Basf	1,40	1,40	1,54	1,51	1,60	1,71	1,86
Aditivo 3 Compensador de retração tipo G Dry D1	10	10	10	10	10	10	10

#### 4.4 Traços de concreto auto adensável para paredes de concreto arquitetônico

As diretrizes adotadas para consumo mínimo de cimento e relação água/aglomerantes dos traços de consistência S160 foram seguidas nos estudos de dosagens do concreto autoadensável aplicado em paredes internas e das fachadas da obra. A adição do aditivo compensador de retração, além de contribuir para a lisura do acabamento superficial, foi minimizar ocorrências de microfissuração das empenas de concreto arquitetônico.

Tabela 8– Traços estudados com consistência autoadensável.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO AUTOADENSÁVEL - CAA							
Traço nº Laboratório¹	531	549	550	551	552	555	899
fck (MPa)	50	45	40	35	50	30	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	37	34	32	29	37	37	42
Relação a/c	0,391	0,424	0,461	0,486	0,392	0,495	0,368
Espalhamento especificado NBR 15823-1 (mm)	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,5	1,2	1,2	1,2	1,0	1,2	1,0
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m³)	2473	2469	2475	2476	2481	2476	2490
Teor de argamassa, em peso (%)	60,2	60,0	60,2	60,2	60,5	60,2	60,8
TRAÇO DE CONCRETO - M.C.C. (kg/m³)							
Cimento CP II E 40 Votorantim	425	406	395	371	428	364	441
Silica ativa Tecnosil	35	25	-	-	30	-	35
Areia natural Quartzo Mineremix	391	400	418	430	397	433	397
Areia artificial Votorantim Agregados Araçariçuama	512	524	549	564	520	568	521
Brita 0 calcário Votorantim Agregados Araçariçuama	618	618	618	618	614	618	614
Brita 1 Calcário Votorantim Agregados Araçariçuama	294	294	294	294	292	294	292
Água potável	180	180	180	180	180	180	95
Gelo	-	-	-	-	-	-	80
Aditivo 1 Superplastificante Concera/GCP	3,7	4,4	-	-	-	-	-
Aditivo 2 Inibidor de hidratação Murasit Inibidor/MC Bauchemie	-	-	0,79	0,85	0,86	0,84	-
Aditivo 2 Inibidor de hidratação MasterSet Delvo /Basf	-	-	-	-	-	-	0,75
Aditivo 3 Superplastificante MasterGlenium 160/Basf	-	-	3,2	3,3	4,1	3,3	4,3
Aditivo 4 Compensador de retração tipo G Dry D1	10	10	10	10	10	10	10

(¹) Controle de dosagem do laboratório |

##### 4.4.1. Resultados obtidos nos ensaios realizados durante os estudos de dosagens



Figura 5: Ensaios do concreto autoadensável em estudos de dosagens realizados para as concretagens do Complexo Fasano (Fonte: Arquivo S. Takashima)



Tabela 9– Resultados obtidos nos estudos dos traços com consistência autoadensável.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO							
Traço nº Laboratório Engemix	531	549	550	551	552	555	899
fck (MPa)	50	45	40	35	50	30	70
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	37	34	32	29	37	27	42
Relação a/c	0,391	0,424	0,461	0,486	0,392	0,495	0,368
Espalhamento especificado NBR 15823-1 (mm)	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750	SF2/ 660 a 750
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,5	1,3	1,0
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m³)	2473	2469	2475	2475	2481	2476	2490
Teor de argamassa, em peso (%)	60,2	60,0	60,2	60,2	60,5	60,2	60,8
Concreto fresco							
Espalhamento medido NBR 15823 (mm)	785	745	745	785	700	785	705
Viscosidade plástica aparente sob fluxo livre t500 NBR 15823-2 (s)	1,2/VS1	3,4/VS2	2,3/VS2	2,2/VS2	3,0/VS2	1,5/VS1	2,0/VS1
Habilidade passante sob fluxo livre pelo anel J NBR 15823-3 (mm)	760/PJ1	725/PJ1	685/PJ2	760/PJ1	640/PJ2	735/PJ2	668/PJ2
Habilidade passante sob fluxo confinado pela caixa L NBR 15823-4 (Hz/Ht)	1,0/PL2	0,94/PL2	0,94/PL2	-	0,94/PL2	-	0,94/PL2
Viscosidade plástica aparente sob fluxo confinado pelo funil V NBR 15823-5	5,87/VF1	9,4/VF2	5,9/VF1	-	9,4/VF2	-	-
Índice de estabilidade visual sob fluxo livre IEV NBR 15823-2	IEV 1	IEV 0	IEV 0	IEV 0	IEV 0	IEV 0	IEV 0
Classificação do concreto autoadensável no estado fresco - NBR 15823-1	SF2, VS2/VF2, PL2/PJ1	SF2, VS2/VF2, PL2/PJ1	SF2, VS2/VF2, PL2/PJ2	SF2	SF2, VS2/VF2, PL2/PJ2	SF2	SF2, VS1, PJ2, PL2
Teor de ar incorporado NBR NM 47	1,5	1,5	1,7	0,9	1,7	1,2	1,3
Massa unitária do concreto fresco (kg/m³)	2496	2493	2490	2490	2495	2512	2498
Temperatura ambiente na data do estudo de traço (°C)	27,2	27,2	27,2	27,4	27,4	28,1	Concreto 22°C
Aparência do concreto fresco, segregação e trabalhabilidade	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 1 (MPa)	28,0	35,1	30,7	27,4	32,6	23,6	35,6
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 3 (MPa)	49,1	56,5	50,8	47,8	61,9	44,8	64,6
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 7 (MPa)	64,1	65,4	58,5	56,8	73,3	54,2	69,7
Resistência à compressão NBR 5739 na idade R 28 (MPa)	90,5	72,3	64,3	63,9	76,2	61,2	85,7/78,5 <sup>1</sup>
Módulo de elasticidade secante Ecs0,3fc7dias NBR 8522 (GPa)	37,4	-	-	-	-	-	*
Módulo de elasticidade secante Ecs0,3fck NBR 8522 (GPa)	*	-	-	-	-	-	42,9 <sup>1</sup>

(\*) Aguardando resultados de ensaios, (¹) resultados de ensaios relatório laboratório Texte MODSEC00082-20-00

#### 4.4.2. Traços de concreto autoadensável CAA aprovados para validação na obra

Tabela 10– Composições finais dos traços com consistência autoadensável.

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO							
fck (MPa)	30	35	40	45	50	70	
Módulo secante Ecs0,3fc (GPa)	27	29	32	34	37	42	
Relação a/c	0,514	0,485	0,479	0,445	0,393	0,368	
Classe de agressividade ambiental NBR 12655	≥ II	≥ II	≥ II	≥ II	≥ II	≥ II	
Espalhamento especificado NBR 15823-1(mm)	SF2/ 650 a 750	SF2/ 650 a 750	SF2/ 650 a 750	SF2/ 650 a 750	SF2/ 650 a 750	SF2/ 650 a 750	
Viscosidade plástica aparente sob fluxo livre t500 NBR 15823-2	VS1	VS 2	VS 2	VS 2	VS 2	VS2	
Habilidade passante sob fluxo livre pelo anel J NBR 15823-3	PJ 2	PJ 2	PJ 2	PJ 2	PJ 2	PJ2	
Habilidade passante sob fluxo confinado pela caixa L NBR 15823-4 (Hz/Ht)	PL 2	PL 2	PL 2	PL 2	PL 2	PL2	
Viscosidade plástica aparente sob fluxo confinado pelo funil V NBR 15823-5	VF 1	VF 1	VF 1	VF2	VF 2	VF2	
Classe de viscosidade plástica aparente	VS 2/VF 2	VS 2/VF 2	VS 2/VF 2	VS 2/VF 2	VS 2/VF 2	VS 2/VF 2	
Classe de habilidade passante	PL 1/PJ 2	PL 1/PJ 2	PL 1/PJ 2	PL 1/PJ 2	PL 1/PJ 2	PL 1/PJ 2	
Teor de ar incorporado teórico (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	
Massa unitária do concreto fresco teórica (kg/m³)	2479	2481	2479	2472	2481	2490	
Teor de argamassa, em peso (%)	60,5	60,6	60,5	60,4	60,5	60,8	
TRAÇO DE CONCRETO ENGEMIX - M.C.C. (kg/m³)							
Cimento CP II E 40 Votorantim	350	371	380	385	428	441	
Sílica ativa Tecnosil	-	-	-	25	30	35	
Areia natural Quartzó Mineremix	445	437	431	414	399	397	
Areia artificial calcário Votorantim Agregados Araçariquama	584	573	565	543	523	521	
Brita 0 Calcário Votorantim Agregados Araçariquama	614	614	614	614	614	614	
Brita 1 Calcário Votorantim Agregados Araçariquama	292	292	292	292	292	292	
Água potável	180	180	182	183	180	95	
Gelo	-	-	-	-	-	80	
Aditivo 1 Superplastificante Master Glenium 160/Basf	3,0 a 3,2	3,0 a 3,2	3,1 a 3,4	4,1 a 4,2	4,1 a 4,3	4,1 a 4,6	
Aditivo 2 Inibidor de hidratação MasterSet Delvo/Basf	0,8 a 1,0	0,8 a 1,0	0,8 a 1,0	0,8 a 1,0	0,8 a 1,0	0,8 a 1,2	
Aditivo 3 Compensador de retração tipo G Dry D1/Química Edile	10	10	10	10	10	10	

#### 4.4.3. Perda de trabalhabilidade do concreto autoadensável fresco

Ensaios realizados em laboratório, teve por finalidade subsidiar a validação de traços por períodos até 180 minutos e elaborar o plano de lançamento do concreto arquitetônico.

Tabela 11 - Perda de “slump” - do CAA

PERDA DE ABATIMENTO - ADAPTADO DA ABNT NBR 10342			
CONCRETO ARQUITETÔNICO CAA - OBRA EVEN FASANO ITAIM			
Tempo (minutos)	Traço T899 CAA Refrigerado fck 70 MPa - IEV 0	Traço T549 CAA fck 50 MPa IEV 0	
	840	760	
30	800	735	
60	780	710	
90	755	680	
120	740	665	
150	715	650	
180	670	610	
210	650	585	
240	630		



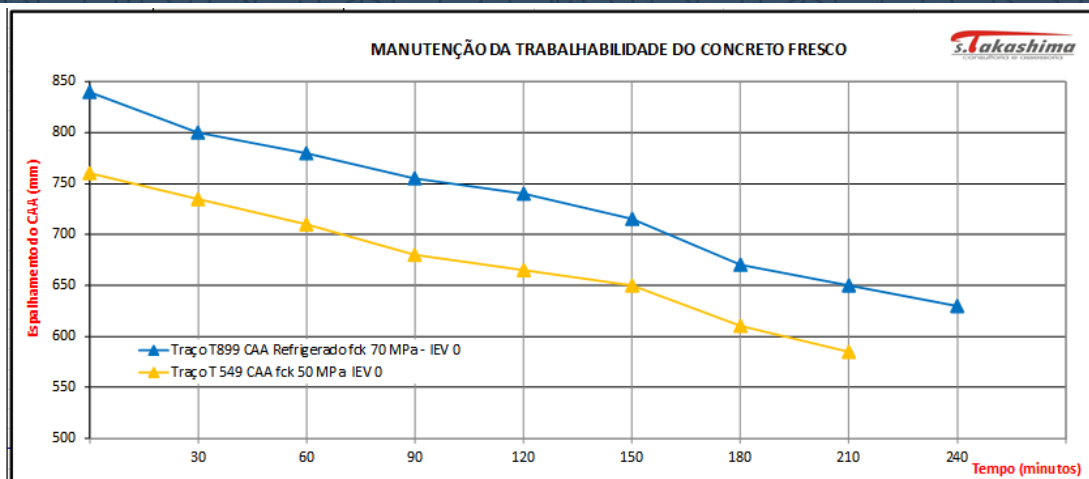


Figura 6: Estudo de manutenção do abatimento (Fonte: Arquivo S. Takashima)

#### 4.5 Materiais e fornecedores qualificados para produção e fornecimento dos traços de concreto arquitetônico, definidos após análise de resultados obtidos nos ensaios de concreto fresco e endurecido:

Tabela 12– Materiais aplicados após a validação dos estudos de dosagem.

Materiais	Fornecedores
Cimento CP II E 40 Votoran	Votorantim – Unidade Santa Helena
Sílica ativa	Tecnosil
Areia natural de quartzo	Minermix
Areia industrial – Calcário	Votorantim Agregados Araçariçuama
Brita 0 – Calcário	Votorantim Agregados Araçariçuama
Brita 1 – Calcário	Votorantim Agregados Araçariçuama
Aditivo 1 Polifuncional mid range / Superplastificante para traços autoadensáveis	MasterGlenium 358/Basf / MasterGlenium 160
Aditivo 2 Controlador de hidratação	MasterSet Delvo/Basf
Aditivo 3 Compensador de retração tipo G	Óxido de cálcio Dry D1/Chimica Edile

### 5. Estudo das formas

Para pilares em concreto arquitetônico, foram avaliadas formas de madeira revestida com formica e forma de fibra de vidro. A vantagem da forma de vidro, embora mais cara, foi a quantidade de reutilização mais vezes que a forma de madeira.

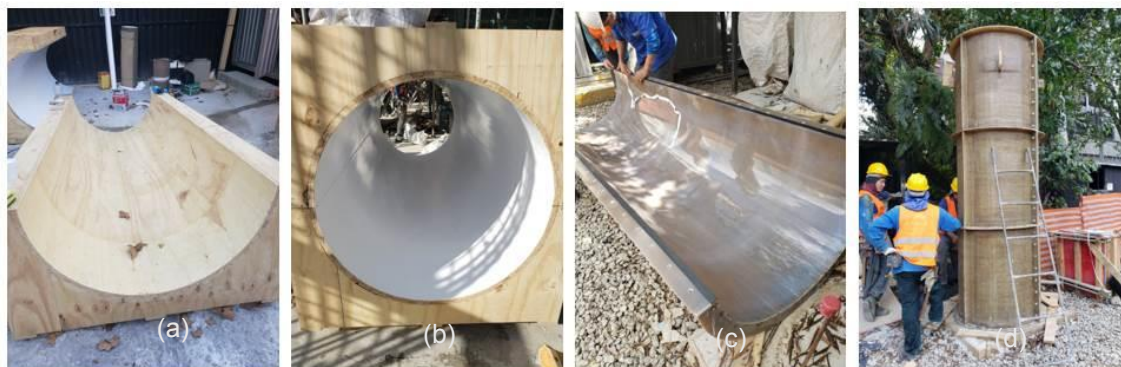


Figura 7: Formas dos pilares de seção circular (a) e (b) forma de madeira, (c) e (d) forma de fibra de vidro - (Fonte: Arquivo S. Takashima)

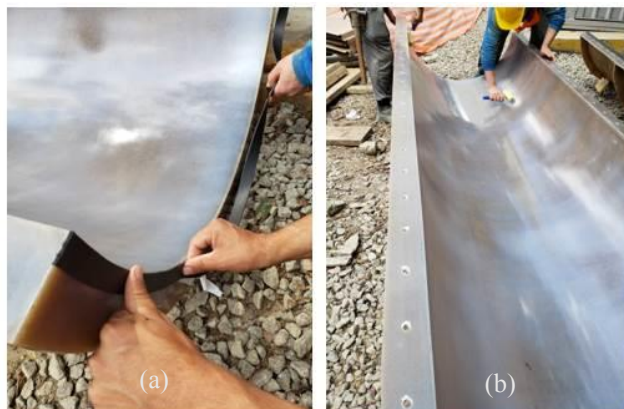


Figura 8: (a) Detalhe da fita de vedação da forma e (b) aplicação de desmoldante ecológico em emulsão a base de óleos biodegradáveis sem solventes e nem óleos minerais em forma de fibra de vidro - (Fonte: Arquivo S. Takashima)



Figura 9: Forma de madeira ripada, controle rigoroso da umidade das ripas no recebimento – (Fonte: Arquivo S. Takashima)

## 6. Protótipos e pré obra

O escritório de arquitetura responsável pelo projeto especificou a cor cinza, natural do cimento e dois tipos de textura, acabamento liso e acabamento ripado. No sistema liso, a superfície acabada deve ser totalmente lisa, sem indícios de riscos ou outras marcas, o concreto deve apresentar aparência brilhante, também conhecido por concreto “marmóreo”, pode ser dispensado o uso de vernizes e ficar com uma aparência muito mais natural. No sistema ripado, desenhos das ripas de madeira ficam impressos na superfície acabada.

### 6.1 Amostras de concreto arquitetônico

Em laboratório, os traços em estudos foram verificados e procedidos a moldagem de amostras de concreto arquitetônico com três tipos de cimento disponível no período de construção para definição da cor “cinza” do concreto. Por motivos de fornecimento da fábrica, a escolha foi o tipo CP II E 40 da Votorantim, unidade Santa Helena.



Figura 10: Amostras de concreto arquitetônico com 3 tipos de cimento - (Fonte: Arquivo S. Takashima)



Quebra de borda, manchas e buracos

Manchas tipo "couve-flor"

"Marcas de buracos"

Figura 11: Amostras de concreto arquitetônico com 3 tipos de cimento - (Fonte: Arquivo S. Takashima)

## 6.2 Mockup em escala real

Nesta fase, a execução de protótipos em escala real tem por finalidade avaliar as propriedades do concreto fresco pela equipe de concretagem, treinar, qualificar e habilitar o pessoal que vai aplicar o concreto. Também, permite avaliar a qualidade do acabamento, testar a estanqueidade das formas, testar agentes desmoldantes, sistema de cura e sistema de proteção superficial do concreto arquitetônico.



Figura 12: "Mockup" das paredes das fachadas concretadas com forma de madeira ripada e fachada final acabada (fonte: arquivo S. Takashima)

Nos protótipos das concretagens dos pilares de seção circular foi possível mostrar à equipe de concretagem o que ocorre quando não se toma os devidos cuidados e ignorar procedimentos executivos para manipular as formas, limpeza das formas, aplicação de desmoldante e lançar concreto sem respeitar alturas de camadas e adensamento do concreto lançado sem ter o mínimo de experiência profissional. Nas três primeiras imagens é visível a péssima qualidade do acabamento do concreto e na última imagem,

mostra a diferença da aparência e acabamento do concreto lançado pela mesma equipe depois de treinada.



Figura 13: “Mockup” de pilar circular com forma de fibra de vidro - (Fonte: Arquivo S. Takashima)

## 7. Plano de concretagem

Planos de concretagens nada mais são do que o planejamento da concretagem com certa antecedência para permitir a tomada de todas providências e recursos para executar a concretagem na data e horário programado.

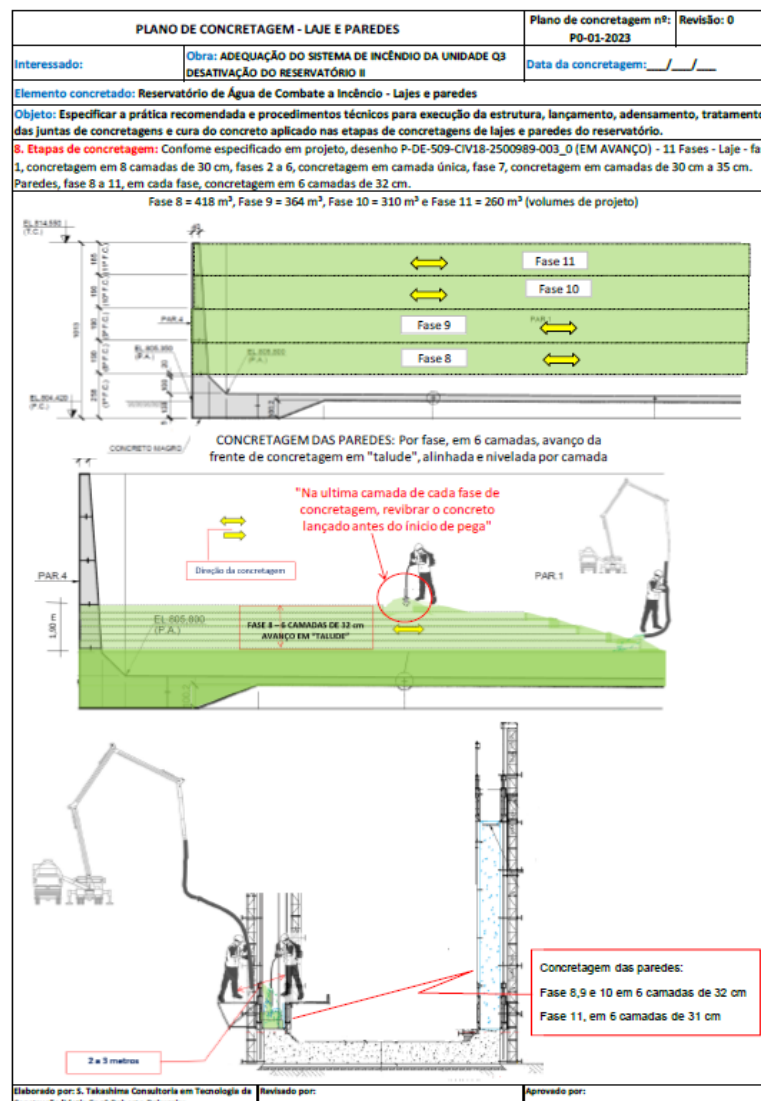


Figura 14: Plano de concretagem (Fonte: Arquivo S, Takashima).

O plano usa como referência os projetos estruturais e de arquitetura, liberações de forma e armadura devem estar devidamente conferidas e verificadas pelo setor responsável, geralmente a Qualidade, informar a data e horário da concretagem, código do traço aprovado, fck, slump, diâmetro máximo das britas, unidade da central de concreto, volume de concreto, quantidade de bomba, caminhões betoneiras, intervalos entre betoneiras, posicionamento das bombas e tubulação de bombeamento do concreto, indicar a direção de início e término de lançamento, velocidade de lançamento, espessura de camadas, posição e tratamento de juntas de concretagens, sistema de cura, praça de controle tecnológico da concretagem, quantidade de equipamentos, inclusive de reserva, e funções e quantidades da equipe de produção que vai executar a concretagem.

## 8. Treinamentos

Treinar a equipe de produção que vai executar as concretagens de elementos de concreto arquitetônico tem sido indispensável, é quase uma obrigação da gerência de obra, para executar boas concretagens e obter acabamentos desejados sem ter a necessidade de retrabalhos para tratar a aparência do concreto.

Nestes treinamentos são compartilhados conhecimentos técnicos para qualificação e capacitação do pessoal que literalmente põe a mão na massa, manuseio e conservação da forma, aplicação de desmoldante, cuidados com a armação e espessura de cobertura das armaduras, limpeza, recebimento e aceitação do concreto fresco, organização da praça de concretagem, acessos seguros, velocidade da concretagem, espessuras das camadas e técnicas de lançamento, adensamento e revibração do concreto, retirada das formas, escolha do sistemas de cura do concreto para evitar manchas e cuidados pós concretagens para proteger o acabamento do concreto desformado.



Figura 15: Treinamentos para equipe de concretagem (Fonte: Arquivo S. Takashima)

## 9. Concretagens

As concretagens dos elementos de concreto arquitetônico foram executadas por equipe treinada e habilitada e certamente, os treinamentos e planejamento de cada concretagem contribuíram para atingir os desafios para obtenção de acabamentos sem defeitos.



Figura 16: De outra obra, exemplo de concretagem executada por equipe não qualificada, o resultado é cruel, não perdoa falhas e geralmente a única solução é demolir e refazer a concretagem, como foi o caso destas imagens (Fonte: Arquivo S. Takashima)

## 10. Controle tecnológico

O plano de ensaio de controle tecnológico do concreto arquitetônico recebido e aplicado nas concretagens cumpriu as exigências da ABNT NBR 12655, no recebimento do concreto fresco, o laboratorista qualificado previamente para avaliar o índice de estabilidade visual do concreto autoadensável IEV, coletava amostras de todos os recebimentos para medir o abatimento (slump) do concreto de classe de consistência S160 ou o espalhamento do concreto autoadensável classe de espalhamento SF2.



Figura 17: Concreto autoadensável segregado, recusado pelo controle tecnológico da obra – (Fonte: Arquivo S. Takashima)

As moldagens de corpos de prova para ensaios de controle da resistência do concreto foram por amostragem total, ou seja, 100% do concreto aplicado foi controlado. Não houve relatos da ocorrência de resultados não conformes, muito provável em função das características e adições das dosagens dos traços customizados para esta obra ser dosagens especiais, quando, além de atendimento das especificações de projeto, buscou-se um acabamento com aparência acima do habitual, mesmo para obras de concreto aparente.

## 11. Procedimentos após concretagem

Para atender as exigências para o acabamento do concreto arquitetônico neste projeto, cuidados incomuns foram executados para evitar ocorrências de manchas na superfície do concreto, entre estas, nos pilares circulares, o sistema de cura foi com filme plástico transparente aderido à superfície desformada promovendo uma autocura com a própria água de amassamento do traço de concreto.



Figura 18: Cantoneiras e plástico bolha para proteger o acabamento do concreto de pilares (Fonte: Arquivo S. Takashima)

## 12. Conclusão – objetivos atendidos

Nada melhor que as imagens do acabamento das concretagens realizadas em paredes com forma ripada e pilares da fachada do prédio residencial para mostrar que é possível obter acabamentos das superfícies de concreto aparente sem defeitos e marcas indesejadas como mostrado nas figuras a seguir.

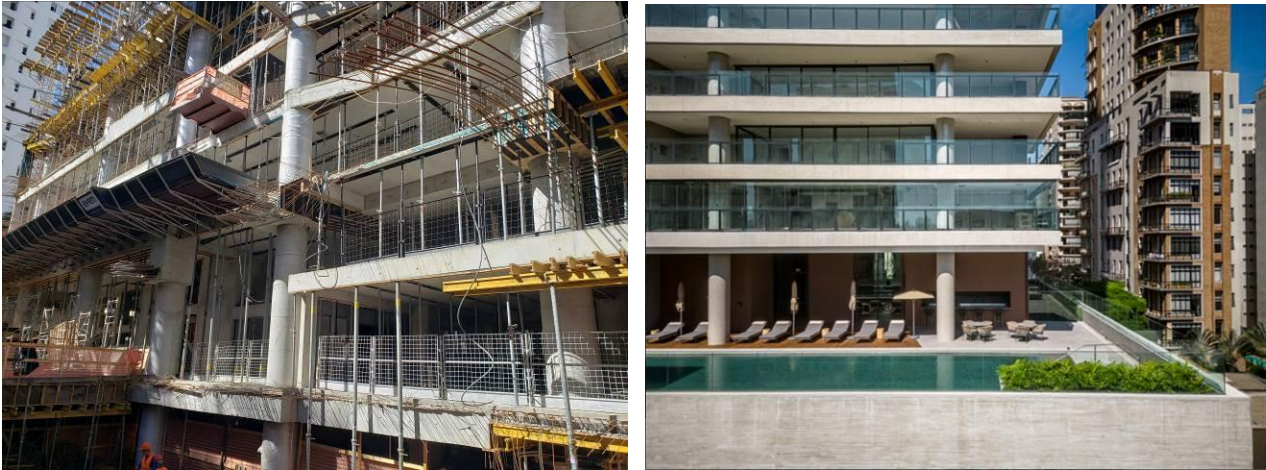


Figura 19: Pilares das fachadas do Complexo Fasano Itaim, durante a construção e depois de finalizado a obra - (Fonte: Arquivo S. Takashima e Google – site escritório Aflalo Gasperini Arquitetos)



Figura 20: Acabamento do concreto com textura de forma ripada, sem defeitos superficiais, espelhou as marcas das ripas - (Fonte: Arquivo S. Takashima)

Em obras de concreto aparente, tradicionalmente, existe uma cultura de obra em não se preocupar com o acabamento superficial por causa do previsível tratamento destes pequenos defeitos através do procedimento conhecido por estucamento. Na maioria dos casos, o retrabalho quando não bem executado, descaracteriza a aparência natural do concreto levando a perder parte do empenho executado pela equipe de concretagem, os cuidados com as formas e os gastos com o traço especial para concreto aparente, como as dosagens apresentadas nas tabelas anteriores onde o consumo mínimo de cimento e adições especiais encarecem o insumo concreto.



Também foi constatado em algumas vezes, o arquiteto ou o proprietário do empreendimento não tem conhecimento definido para especificar níveis de tolerâncias de desvios de nivelamento, prumo e defeitos aceitáveis, talvez por desconhecimento das exigências especificadas na ABNT NBR 14931 e outras normas internacionais, como o ACI PRC- 303-12 específicos para concreto aparente. Outras imaturidades presenciadas é a correta escolha do sistema de proteção superficial do concreto aparente. Na maioria das vezes, a escolha tem sido por produtos de linha comercial de determinado fabricante, sem critérios técnicos para avaliar acabamento, alteração da cor natural do concreto, brilho capaz de realçar ondulações e defeitos superficiais, desempenho, durabilidade, aparência, manutenção e antipichação.

Esses requisitos podem ser previamente avaliados na execução de testes em protótipos e “mockup” em escala real e ensaios laboratoriais para avaliar a absorção de água, aderência ao substrato, envelhecimento acelerado e alteração da tonalidade da cor do concreto.

Finalizando este artigo, o concreto arquitetônico se diferencia do concreto aparente convencional por considerar a qualidade do acabamento, sem irregularidades superficiais e a cor uniforme como fatores especiais e as vezes pode ser ponto crítico por não aceitar tratamentos dos defeitos existentes. É enganoso pensar que a qualidade do concreto aparente simplesmente é o traço. Não é, envolve toda a equipe, incluindo forma e armação, e todo o processo do concreto aparente até o tratamento para proteção da superfície.

### 13. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5738 – Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.** ABNT, Rio de Janeiro, 2018.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 7211 – Agregados para concreto – Requisitos.** ABNT, Rio de Janeiro, 2022.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 7212 – Concreto dosado em central – Preparo, fornecimento e controle.** ABNT, Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 8522 – Concreto – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação à compressão.** ABNT, Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 10342 – Concreto – Perda de abatimento – Método de ensaio.** ABNT, Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação.** ABNT, Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 14931:2023 – Execução de Estruturas de Concreto Armado, protendido e com fibras – Requisito,** ABNT, Rio de Janeiro, 2023.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15823-1 – Concreto autoadensável Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco.** ABNT, Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15823-2 – Concreto autoadensável Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – Método do cone de Abrams.** ABNT, Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15823-3 – Concreto autoadensável Parte 3: Determinação da habilidade passante – Método do anel J.** ABNT, Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15823-4 – Concreto autoadensável Parte 4: Determinação da habilidade passante – Métodos da caixa L.** ABNT, Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15823-5 – Concreto autoadensável Parte 5: Determinação da viscosidade – Método do funil V.** ABNT, Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 16889 – Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** ABNT, Rio de Janeiro, 2020.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI Concrete Terminology.** American Concrete Institute, 2013.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI PRC-303-12 – Guide to Cast-in-Place Architectural Concrete Practice,** American Concrete Institute, 2012.

RIVERA, A. **Estruturas de concreto arquitetônico: projeto, execução e recebimento.** Dissertação de mestrado em habitação: Planejamento e Tecnologia. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios, São Paulo, 2007.