

Boas práticas envolvendo sistemas construtivos em paredes de concreto – Caso Jardim Novo Horizonte (Jundiaí-SP)

Good practices involving construction systems in concrete walls – Jardim Novo Horizonte Case (Jundiaí-SP)

BRITEZ, Carlos⁽¹⁾; PACHECO, Jéssika⁽²⁾; CARVALHO, Mariana⁽²⁾;
MORAIS, Rachel⁽²⁾; HELENE, Paulo⁽³⁾

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PhD Engenharia;

(2) PhD Engenharia;

*(3) Professor Titular da EPUSP. PhD Engenharia
Rua Visconde de Ouro Preto, 201 – CEP 01303-060 – São Paulo - SP*

Resumo

O emprego do sistema construtivo em paredes de concreto armado tem se apresentado competitivo e crescente na concepção de edifícios residenciais e comerciais. Em geral, as principais vantagens estão relacionadas com o aumento de produtividade e eventual redução de mão de obra, quando do uso de um concreto tipo autoadensável. Este artigo apresenta um estudo de caso contendo alguns desafios e engenhosidades envolvidos na concepção do sistema de paredes de concreto do empreendimento Jardim Novo Horizonte, localizado em Jundiaí, SP. Como resultado, observou-se que a combinação de um material apropriado e boas práticas de execução conduz a bons resultados, inclusive no que tange à integridade e minimização de não conformidades estéticas, especialmente a redução de falhas de concretagem, fissurações e bolhas superficiais.

Palavra-Chave: paredes de concreto; concreto autoadensável; acabamento superficial.

Abstract

The use of reinforced concrete walls building system has performed as competitive and expanding in the design of residential and commercial buildings. In general, the main advantages are related to the increase of productivity and possible reduction of labor force, when a self-compacting concrete is used. This article presents a case study about some challenges and solutions involved in designing the concrete wall system of the Jardim Novo Horizonte enterprise, located in Jundiaí, SP. The results shown that the combination of a suitable material and good practices leads to good results concerning to the integrity and minimization of aesthetic non-compliance, especially the reduction of honeycombs, cracks and surface bug holes.

Keywords: concrete walls; self-compacting concrete; surface finishing.

1 Introdução

Localizado na cidade de Jundiaí/SP, no bairro Fazenda Grande, o empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte (atualmente em construção) será composto por 6 condomínios distribuídos em 6 lotes, contendo 68 torres com 4 pavimentos tipo (térreo + 3), dispondo de 4 apartamentos por andar, totalizando 16 unidades residenciais por torre, de aproximadamente 44m² cada (figura 1). Este empreendimento está sendo construído pela Engelix Construtora Ltda., e é formado por aproximadamente 137.000m² de área construída, obtendo cerca de 190.000m² de área total.



Figura 1 – Croqui parcial do empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte.
Fonte: Engelix Construtora Ltda.

O empreendimento em questão emprega o sistema construtivo de paredes de concreto armado, cuja utilização é crescente no âmbito nacional, principalmente devido ao programa habitacional federal *Minha Casa Minha Vida*. As torres do empreendimento objeto do estudo de caso possuem tipologia modulada, com uma junta prevista que divide o pavimento em duas partes iguais (lado A e lado B) e, assim, permite que as concretagens de cada pavimento ocorram em etapas distintas, aproveitando as fôrmas e escoramentos.

O projeto estrutural foi desenvolvido pela empresa Empercon Engenharia e Projetos Ltda., com um concreto de $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$ especificado para as paredes e lajes do empreendimento e módulo de elasticidade $E_{cs} \geq 22\text{GPa}$. Este concreto foi produzido em Central fora do canteiro, fornecido pela Empresa de Serviços de Concretagem Engemix S.A. (Votorantim Cimentos).

Devido à altura e geometria dos painéis das paredes, estas demandaram engenhosidades especiais em sua concepção, com vistas à integridade e estética das mesmas. Destaca-

se que, neste caso específico, o fator estético era muito importante, pois um acabamento superficial adequado do concreto permitiria suprimir etapas intermediárias de preparação da superfície para receber o revestimento final (pintura).

Neste contexto, o tipo de concreto, bem como algumas práticas de bem construir e outras engenhosidades que estão sendo empregadas atualmente na concepção das paredes de concreto deste empreendimento, principalmente no que tange aos parâmetros estéticos, serão abordados adiante. A maioria dos procedimentos recomendados consta nas premissas das normalizações nacionais e internacionais vigentes (ABNT NBR 12655:2015, ABNT NBR 14931:2004, ABNT NBR 15823:2010, ABNT NBR 16055:2012 e ACI 332.1R-06) e em literaturas nacionais e internacionais consagradas (GRUPO PAREDE DE CONCRETO, 2009, NEVILLE; BROOKS, 1987; KOSMATKA; WILSON, 2011; KENNEDY, 2005; LAMOND; PIELERT, 2006).

2 Considerações sobre paredes de concreto e concreto autoadensável

Inspirado nas construções industrializadas em concreto celular e convencional das décadas de 70 e 80, o sistema de paredes de concreto tem sido largamente utilizado com vistas à redução do *déficit* habitacional brasileiro, pois pode agregar produtividade em grande escala, qualidade e economia ao processo construtivo. Este sistema possibilita a concepção de casas e de edifícios com mais de 30 pavimentos, trazendo embutidas as esquadrias, caixilhos e os sistemas elétricos e hidráulicos (GRUPO PAREDE DE CONCRETO, 2009).

Cases brasileiros de sucesso demonstram que a aplicação deste sistema pode permitir a eliminação de até dez etapas executivas (arremates de esquadrias, produção de argamassa de assentamento, transporte de materiais, entre outras) quando comparada à utilização de sistemas convencionais (FERREIRA, 2012). Corroborando este ponto de vista, estudos de Alves e Peixoto (2011) apontam que empreendimentos residenciais multifamiliares com elevada repetitividade concebidos em paredes de concreto podem resultar em maior viabilidade econômica e menor tempo de obra.

No panorama internacional, o sistema de paredes de concreto vem sendo adotado em diversos países da Europa, África, América e Ásia (SINN, 2014). Por simplificar e repetir operações durante seu processo construtivo, também está sendo empregado na concepção da Kingdom Tower, o edifício mais alto do mundo atualmente – com mais de 1km de altura –, em construção na cidade de Jidá, Arábia Saudita (SAVOY, 2015).

Com relação à integridade e estética das paredes de concreto, observa-se que o resultado de uma superfície bem acabada não depende exclusivamente de seu insumo constituinte. Este também está diretamente relacionado com um estudo de dosagem apropriado, o tipo de desmoldante empregado para remoção das fôrmas, a qualidade do painel de fôrma propriamente dito e os procedimentos de lançamento (ACI, 2006).

Segundo Amorim (2014), é recomendável que o concreto a ser aplicado nesse sistema construtivo possua trabalhabilidade adequada para o preenchimento das fôrmas e resista

à segregação, além de promover um acabamento superficial satisfatório ao elemento estrutural.

Neste contexto, o concreto autoadensável é um material que pode atender a todos estes requisitos, pois apresenta um equilíbrio entre elevada fluidez e moderada viscosidade, obtido através da utilização de aditivos superplastificantes e agregados com menores granulometrias, além de alta produtividade e redução de mão de obra (SANTOS, 2014). O uso do concreto autoadensável pode ainda minimizar a necessidade de desempenho em superfícies horizontais e de acabamento nas superfícies verticais, bem como acelerar o tempo de concretagem e reduzir a intensidade de ruído emitida (NUNES, 2001), além de reduzir os danos causados às fôrmas, visto que dispensa o uso de vibradores de imersão.

A obtenção de um concreto autoadensável requer uma quantidade mínima suficiente de finos (em geral, composta em sua maioria por cimento), com o intuito de atender a todos os requisitos da ABNT NBR 15823:2010. Neste aspecto, Gómez e Maestro (2005) apresentam uma sugestão consagrada e bem aceita no meio técnico, concernente às quantidades típicas de materiais a serem empregadas na dosagem do concreto autoadensável, como expõe a tabela 1.

Tabela 1 – Sugestão de Gómez e Maestro (2005) para a dosagem de concretos autoadensáveis.

Material	Quantidade (kg/m ³)
Finos (cimento + <i>filler</i> + adições)	380 - 600
Pasta (cimento + <i>filler</i> + adições + água)	530 - 810
Água	150 - 210
Brita	650 - 900
Areia	(*)
Relação água/finos (volume)	0,95 – 1,05

(*) Para ajustar a dosagem. Normalmente é proposto de 48% a 55% da massa total de agregados (brita + areia).

Evidentemente, estas proporções devem ser avaliadas através de um estudo experimental realizado em laboratório (acreditado pelo INMETRO e pertencente à RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios e Ensaio, no caso de obras nacionais), com o intuito de obter o traço autoadensável tecnicamente mais apropriado e viável em função dos insumos disponíveis, dos parâmetros de projeto e das características dos elementos a serem moldados.

Durante o estudo de dosagem (e também no recebimento do concreto na obra), a estabilidade do concreto autoadensável pode ser aferida visualmente, sendo este um importante indicador para a avaliação da proporção adequada dos materiais constituintes. Uma mistura estável deve possuir fluidez e coesão apropriadas, obtidas principalmente pela combinação da quantidade correta de finos, redução da quantidade de água livre na mistura e emprego de aditivos de base policarboxilato compatíveis (ALENCAR, 2008).

Neste aspecto, a RMCAO (2009) contempla uma interessante classificação da estabilidade visual do concreto, considerando como conformes os concretos que apresentam as características dos índices 0 e 1, como se observa na figura 2.

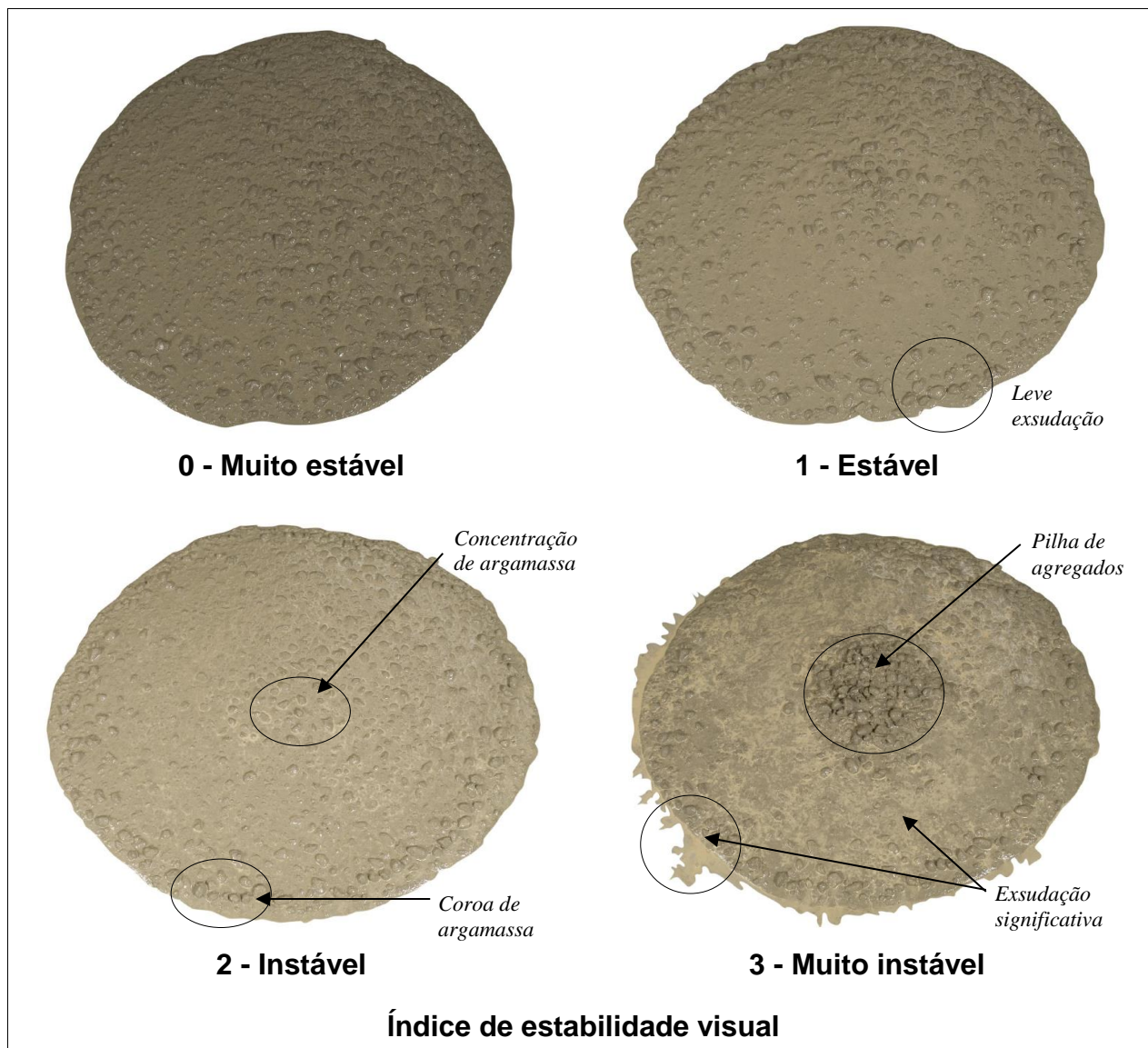


Figura 2 – Avaliação visual da estabilidade do concreto autoadensável (traduzido de RMCAO, 2009).

Ainda que seja realizado um estudo de dosagem adequado que resulte na obtenção de um material coeso e sem segregação (estável), o concreto por si só não é suficientemente capaz de cumprir com requisitos rigorosos de acabamento e estética, como é o caso do sistema de paredes de concreto. Assim, as especificações técnicas devem contemplar exigências de mesmo expoente para fôrmas, desmoldantes, escoramentos, espaçadores, armaduras, bem como outras práticas de bem construir que minimizem os efeitos de falhas de concretagem, fissurações e bolhas superficiais em excesso [sendo este último um desafio na concepção de paredes de concreto, devido à altura e geometria de seus painéis e tendo em vista que o ar aprisionado é intrínseco ao próprio concreto no estado fresco e ao seu procedimento de consolidação (THOMPSON, 1969; READING, 1972; CCANZ, 1989)].

Neste aspecto, esse artigo apresenta um estudo de caso cujo foco principal foi a busca por um acabamento superficial condizente com as necessidades do empreendimento em questão, minimizando a ocorrência de falhas de concretagem, fissurações e bolhas, através do uso de concreto autoadensável e de outras engenhosidades aplicadas ao procedimento de execução.

3 Estudo de caso

3.1 Traço do concreto

No âmbito da obra em questão, foi empregado o concreto do tipo autoadensável, o qual foi desenvolvido pela PhD Engenharia (Consultora de Tecnologia do Concreto da Construtora Engelux neste projeto) em conjunto com a Engemix S.A. (Empresa de Serviços de Concretagem) em estudo experimental realizado em novembro de 2014. O traço de concreto e a procedência dos insumos empregados na concretagem das paredes do empreendimento Jardim Novo Horizonte podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2– Traço de concreto empregado nas paredes do empreendimento Jardim Novo Horizonte, em materiais secos, com f_{ck} previsto de 25MPa aos 28 dias de idade, para 1m³ de concreto.

Traço do concreto	concebido para $f_{ck} \geq 25\text{MPa}$
consumo de cimento por m ³ (CP II E-40 – Moagem Santa Helena)	349kg
relação água/cimento	0,54
água total por m ³ (materiais secos, areias secas)	188kg
teor de argamassa	60,0%
ar aprisionado (estimado)	1,0% (ou menos)
habilidade passante aferida em laboratório (Método da Caixa L)	entre 0,9 e 1,0
<i>slump-flow</i> aferido em laboratório	entre 70 e 75cm
massa específica aferida em laboratório	em média 2430kg/m ³
areia fina (Mineração Saara) - quartzo	747kg
pó de pedra, areia de brita mista (Votorantim Cimentos S/A.) - calcário	249kg
brita 0 (Votorantim Cimentos S/A.) - calcário	628kg
brita 1 (Votorantim Cimentos S/A.) - calcário	269kg
fibra de polipropileno Maccaferri Fibromac ® (12mm)	300 gramas (0,3kg)
aditivo plastificante polifuncional (0,3%) (Master Polyheed 30W, BASF)	1,0kg
aditivo superplastificante (1,0%) (GLENIUM® 160 SCC, BASF)	3,5kg

Para situações climáticas adversas (concretagens no período noturno e em épocas com temperaturas mais baixas), foram estudadas algumas opções de modificação no traço da tabela 2, relacionadas com a remoção do aditivo plastificante polifuncional e acréscimo de aditivo acelerador de resistência (Centrament 600 Rápido, MC-Bauchemie), na proporção de 2 litros por m³ de concreto. Em casos extremos, foi discutida ainda a possibilidade de utilização de CP V-ARI, que exige um cuidado adicional quanto à ocorrência de fissurações.

A avaliação das condições do concreto autoadensável no estado fresco e endurecido foi realizada por meio dos ensaios especificados na ABNT NBR 15823:2010 (Partes 1 a 6) e na ABNT NBR 5739:2007. Parte dos ensaios realizados no estudo experimental em laboratório e seus respectivos equipamentos podem ser visualizados nas figuras 3 e 4.



Figura 3 – Detalhe da Caixa L e do equipamento para ensaio de *slump flow*.



Figura 4 – Detalhe do ensaio de *slump flow* e aspecto do concreto, sem exsudação.

3.2 Procedimentos recomendados

Por se tratar de um sistema cujos aspectos construtivos específicos não são muito abordados no meio científico (panorama nacional e internacional), existindo maior dedicação aos temas de projeto estrutural (POPESCU *et al.*, 2015; DOH, 2002), os procedimentos recomendados para execução das paredes de concreto apresentados adiante se basearam nas normalizações nacionais vigentes (principalmente nas normas ABNT NBR 14931:2004 e ABNT NBR 15823:2010) e nas boas práticas de execução indicadas em literaturas nacionais e internacionais (RMCAO, 2009; ACI, 2006), além de outras engenhosidades e melhorias propostas para contribuir com a qualidade de acabamento superficial dos elementos estruturais.

Inicialmente, considera-se necessário que as fôrmas empregadas sejam limpas e que todo o resíduo de concretagens anteriores seja removido, de modo a evitar que impurezas aderidas à superfície das fôrmas fiquem impressas na superfície do elemento estrutural. Posteriormente, aplica-se o desmoldante nas mesmas, conforme as recomendações do fabricante e com atenção especial à quantidade aplicada, pois o excesso de desmoldante pode potencializar a ocorrência de manchas e bolhas superficiais. Na obra em questão, foi utilizado o desmoldante DESMOLTEC FMT (Weber Saint-Gobain), especificado pelo próprio fabricante das fôrmas.

A qualidade dos painéis de fôrma propriamente ditos também é essencial nas questões de acabamento superficial das paredes. Este foi um fator decisivo no caso estudado, em que se dispunha de fôrmas metálicas revestidas por uma película de polipropileno (figura 5), as quais contribuíram sobremaneira para os bons resultados obtidos.



Figura 5 – Detalhe das fôrmas empregadas, com revestimento interno de polipropileno.

No intuito de garantir a espessura das paredes e do cobrimento das armaduras, recomenda-se a utilização de gabaritos tipo galga e espaçadores circulares, distribuídos de modo homogêneo e em quantidade suficiente pela região a concretar (figura 6). Na obra estudada foram adotados no mínimo 5 espaçadores circulares por m² e 2 galgas a cada metro.



Figura 6 – Detalhe do gabarito de espessura do tipo galga e dos espaçadores do tipo circular.

Tendo em vista a utilização do concreto autoadensável, é imprescindível que as fôrmas sejam devidamente vedadas e se apresentem estanques, de modo a evitar a fuga de nata do concreto, o que pode ocasionar segregações superficiais e aspecto estético final indesejado. Para este fim, recomenda-se que as bases das fôrmas sejam preenchidas com argamassa, podendo ser aplicada espuma expansiva de poliuretano no preenchimento de pontos críticos (arestas, frestas, quinas etc.).

Sobre o lançamento do concreto, as boas práticas de execução preconizam que o mesmo deve ser realizado com vistas a reduzir ou eliminar a possibilidade de ocorrência de segregação dos materiais constituintes, sendo que cuidados especiais devem ser tomados quando a altura de lançamento for superior a 2m (no caso de elementos estruturais estreitos e altos), tais como: a utilização de dispositivos que conduzam o concreto (funis, calhas e trombas) e lançamento através de janelas abertas na lateral das fôrmas (ABNT, 2004; ABNT, 2012; GRUPO PAREDE DE CONCRETO, 2009).

No caso de sistemas construtivos em paredes de concreto, entretanto, a elevada altura de lançamento do concreto (correspondente ao pé-direito das edificações, da ordem de 2,60m) e a pequena espessura das paredes (da ordem de 10cm) atuam como fatores desfavoráveis, pois dificultam as operações de concretagem (inserção de funis ou trombas) e representam potencial contribuição para o surgimento de bolhas superficiais e falhas de concretagem.

Desse modo, no caso estudado, foi planejado o emprego de bomba com válvula Rock (figura 7), que reduz a velocidade de lançamento do concreto (utilizando, geralmente, os níveis 3 ou 4 do controle da bomba) e garante melhores condições de homogeneidade ao material, principalmente quando da utilização de concreto autoadensável.

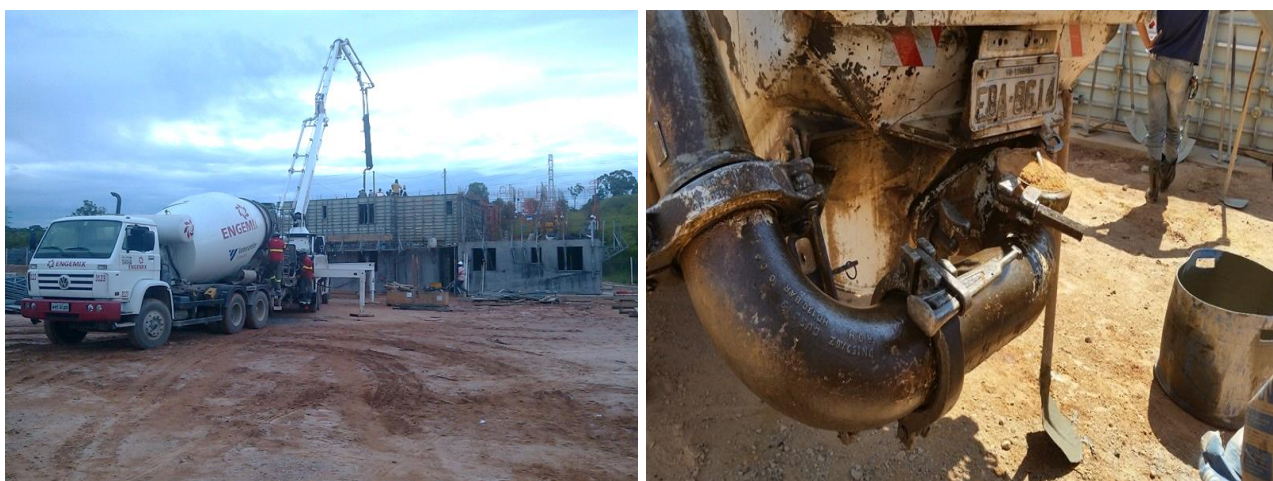


Figura 7 – Exemplo de concretagem com utilização de bomba lança com Válvula Rock (detalhe).

O concreto foi então lançado diretamente em plataformas horizontais de madeira plastificada posicionadas sobre as armaduras das lajes e adjacentes aos painéis (aproximadamente 0,5m da projeção das paredes) e, em seguida, foi empurrado lentamente em direção aos mesmos, com uso de rodos e enxadas (figura 8). Tal procedimento impede que o lançamento do concreto ocorra com velocidade abrupta (em queda livre, com o mangote da bomba na direção vertical) na projeção das paredes, ANAIS DO 57º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2015 – 57CBC

minimizando sobremaneira os aspectos relacionados com a segregação da mistura, o surgimento de bolhas superficiais e a formação de juntas frias nas lajes.



Figura 8 – Lançamento do concreto com o auxílio de plataformas de madeira. Atenta-se ao fato de que o mangote foi posicionado na direção horizontal sobre a plataforma.

Concomitantemente a este processo, recomenda-se que sejam realizados impactos leves com uso de martelos de borracha externamente às fôrmas das paredes durante a concretagem (figura 9), com o intuito de minimizar o ar aprisionado e, conseqüentemente, reduzir as eventuais bolhas superficiais.



Figura 9 – Aplicação de impactos na face externa das fôrmas durante a concretagem, com o uso de martelo de borracha.

Com relação à cura do concreto nas lajes, orienta-se a aspersão de água empregando um jato sob pressão (tipo WAP) com bico devidamente regulado (posicionado na direção horizontal), de modo a “varrer” a parte já concretada e recém sarrafeada, umedecendo-a (figura 10). Esta névoa úmida não causa prejuízo à concretagem e reduz a perda de água para o meio ambiente, minimizando o risco de fissurações e contribuindo com o aspecto visual final das lajes.

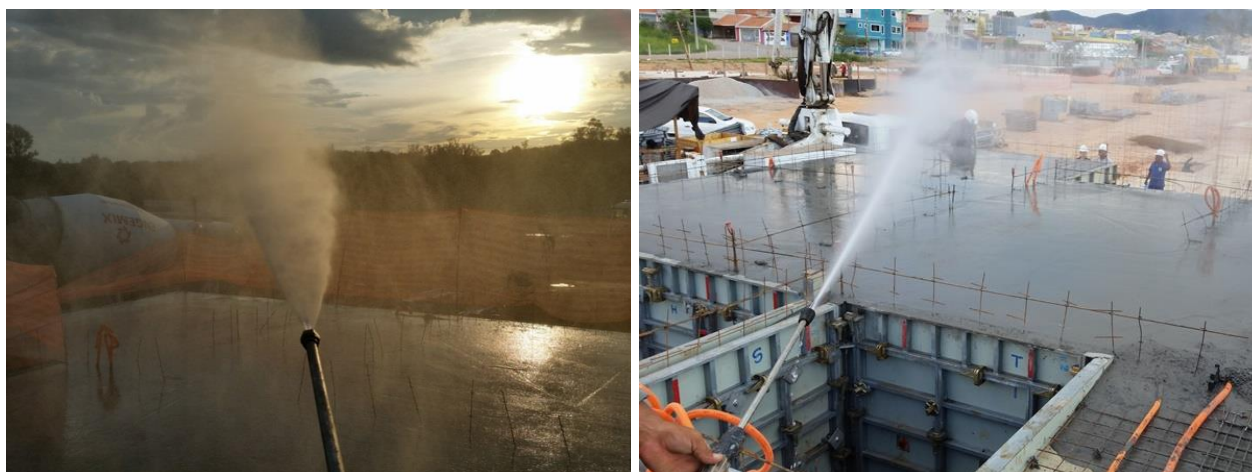


Figura 10 – Hidrojateamento com WAP, imediatamente após o sarrafeamento do concreto.

Além disso, também com o intuito de evitar fissurações, recomenda-se iniciar a cura úmida por meio da utilização de mantas encharcadas dispostas sobre as lajes assim que o concreto apresentar endurecimento ao tato, por um período de 3 dias (estudo de caso em questão) ou mais, o que depende da especificação de cada projeto (figura 11).



Figura 11 – Execução de cura com manta encharcada sobre as lajes do Residencial Novo Horizonte.

Observa-se que a cura das paredes não foi realizada, sendo que apenas foram respeitadas as disposições de projeto [desfôrma com, no mínimo, 12h e resistência à compressão de 3MPa (ideal)]. Neste caso específico, este proceder não acarretou em fissurações posteriores dessa natureza.

4 Resultados

Considerando as boas práticas de execução e os procedimentos recomendados descritos anteriormente, combinados com o emprego de um material adequado às exigências do sistema construtivo de paredes de concreto, apresentam-se a seguir os resultados obtidos no caso do empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte, que demonstram

elementos estruturais íntegros e com o acabamento superficial desejado (figuras de 12 a 15).



Figura 12 – Qualidade superficial das paredes de concreto do empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte (vista externa).



Figura 13 – Qualidade superficial das paredes de concreto do empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte (vista externa). Detalhe das bases, sem falhas de concretagem.



Figura 14 – Qualidade superficial das paredes de concreto do empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte (vista interna).



Figura 15 – Qualidade superficial das paredes de concreto do empreendimento Residencial Jardim Novo Horizonte (vista interna). Detalhe das bases, sem falhas de concretagem.

5 Considerações finais

Considera-se que o conjunto formado pelo desenvolvimento de um concreto apropriado, bem como engenhosidades implementadas através de pequenas adaptações nos procedimentos executivos descritos nas normalizações brasileiras, foi determinante para a obtenção de elementos estruturais íntegros e com padrão estético compatível com os requisitos do projeto estudado (ausência de fissuras, redução de falhas de concretagem e da ocorrência de bolhas superficiais). Evidencia-se, assim, que procedimentos simples e condizentes com as normas e boas práticas de execução, combinados ao uso de um material adequado e previamente estudado, são suficientes para proporcionar um resultado final satisfatório frente às exigências de projeto de modo geral.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Engelux Construtora Ltda. pela permissão da publicação deste artigo; em especial ao Eng. Eurico Machado, Eng. William Vitor e Eng. Carlos Alberto pelo apoio, seriedade e colaboração.

6 Referências

ALENCAR, R. S. A. de. **Dosagem do concreto auto-adensável**: produção de pré-fabricados. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP, São Paulo, 2008.

ALVES, C. O.; SANTOS, E. J. **Estudo Comparativo de Custo entre Alvenaria Estrutural e Paredes de Concreto Armado Moldadas no Local com Fôrmas de Alumínio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Amazonas, 2011.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 332.1R-06**: *Guide to Residential Concrete Construction*. Michigan: ACI, 2006. 48 p.

AMORIM, Kelly. **IPT desenvolve traço de referência para concreto autoadensável em paredes moldadas no local**. 2014. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/tecnologias-sistemas/ipt-desenvolve-traco-de-referencia-para-concreto-autoadensavel-em-paredes-330324-1.aspx>>. Acesso em: 09 abr. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento (versão corrigida). Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823**: Concreto autoadensável. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055**: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

CEMENT & CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND. **IB 33**: *Specification and Production of Concrete Surface Finishes*. Wellington: CCANZ, 1989. 28p.

DOH, J. **Experimental and theoretical studies of normal and high strength concrete wall panels**. Thesis (Doctoral) – Faculty of Engineering and Information Technology, Griffith University, South Port, 2002.

FERREIRA, R. Economia concreta. **Revista Equipe de Obra**, São Paulo, mai. 2012. Edição 47, p. 48-49.

GÓMEZ, Jaime Fernández; MAESTRO, Manuel Burón. **Guía práctica para la utilización del hormigón autocompactante**. Madrid: Instituto Español del Cemento y Sus Aplicaciones (IECA), 2005. 47 p.

GRUPO PAREDE DE CONCRETO. **Coletânea de ativos 2007-2008**. São Paulo: Comunidade da Construção, 2009. 216 p.

KENNEDY, Lindsay K., ed. **The Contractor's Guide to Quality Concrete Construction**. 3ª ed. American Society of Concrete Contractors - ASCC, 2005.

KOSMATKA, Steven H.; WILSON, Michelle L. **Design and control of concrete mixtures**. 15ª edição. Illinois: Portland Cement Association, 2011.

LAMOND, Joseph F., PIELERT, James H., eds. **Significance of Tests and Properties of Concrete & Concrete-Making Materials**. Pensilvânia: American Society for Testing & Materials - ASTM, 2006.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Concrete Technology**. New York: Longman Scientific & Technical, 1987. 438 p.

NUNES, S. C. B. **Betão auto-compactável: tecnologia e propriedades**. Pós-graduação em estruturas de Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 198p., 2001.

POPESCU, C. *et al.* Concrete walls weakened by openings as compression members: a review. **Engineering Structures**, Saint Louis, n. 89, p.172-190, fev. 2015.

READING, T. J. The Bughole Problem. **ACI Journal**, Mar. 1972, pp. 165-171.

READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION OF ONTARIO. **Best Practices Guidelines for Self-Consolidating Concrete**. Mississauga: RMCAO, January 2009. p. 5

SANTOS, Rafael Francisco Cardoso dos. **IPT aprimora concreto autoadensável usado em paredes**. 2014. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/concreto-autoadensavel-paredes/>>. Acesso em: 09 abr. 2015.

SAVOY, Peter. **Construction progress, February 2015**. 2015. Disponível em: <http://www.thorntontomasetti.com/projects/kingdom_tower/>. Acesso em: 16 fev. 2015.

SINN, Robert C. **Kingdom Tower, Arabia Saudita: Hacia el kilómetro de altura**. Noticreto, Bogotá, n. 126, p.78, Septiembre/Octubre, 2014.

THOMPSON, M. S. Blowholes in Concrete Surfaces. **Concrete**, (London), V. 3, nº 2, Feb. 1969, pp. 64-66.