

CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE ANGICOS/RN

GERBESON CARLOS BATISTA DANTAS¹; LEONARDO BRUNO MORAIS VIEIRA SILVA^{2*}; PABLO NIRO CAVALCANTE FILHO³; RAFAELA KARLA FILGUEIRA DE ARAÚJO⁴; SÂMEA VALENSCA ALVES BARROS⁵

¹Graduando em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, gerbeson_dantas@hotmail.com;

²Graduando em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, leobruno_@live.com;

³Graduando em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, pabloniro2@hotmail.com;

⁴Graduanda em Engenharia Civil, UFERSA, Angicos-RN, rafaellafilgueira03@hotmail.com;

⁵Dra em Ciência e Engenharia dos Materiais, DENGE, UFERSA, Angicos-RN, sameavalensca@ufersa.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018–Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho tem por objetivo investigar e caracterizar o controle tecnológico do concreto produzido em cinco obras no município de Angicos/RN em 2017, avaliando a qualidade dos métodos empregados no processo produtivo. As obras foram escolhidas em função de apresentarem orçamentos superiores a R\$100 mil reais. Para realização da pesquisa, as obras foram visitadas durante o período de produção do concreto, acompanhando e observando sistematicamente os processos produtivos em cada etapa de concretagem e, posteriormente, foram entrevistados os responsáveis pelas obras para coleta de informações adicionais. Dentre os principais resultados, identificou-se que os materiais para construção do concreto estavam parcialmente adequados, sendo: Cimento Portland II-Z-32, brita 2 (25mm) e água de abastecimento público. Quanto à produção, todos os canteiros produziam o seu próprio concreto, dos quais, as obras A, B e C utilizavam betoneira, enquanto o restante, não. Em relação à dosagem, a maioria utiliza traços definidos pelo mestre de obras. Apenas as obras B e C realizam ensaios de compressão simples dos concretos, enquanto apenas a B realizava *slump*. O lançamento de todas as obras era realizado por baldes. Quanto ao adensamento, 4 das obras realizavam-no, seja vibratório (1), seja manual (3). Por fim, com base nos resultados, apenas a obra B está produzindo concretos parcialmente adequados às Normas Brasileiras Técnicas.

PALAVRAS-CHAVE:NBR 12655, canteiros de obras, controle da qualidade, semiárido nordestino.

CONCRETE TECHNOLOGICAL CONTROL: MULTIPLE CASE STUDY IN CONSTRUCTIONS IN THE MUNICIPALITY OF ANGICOS / RN

ABSTRACT: This work aims to investigate and characterize the technological control of concrete produced in five works in the city of Angicos/RN in 2017, evaluating the quality of the methods employed in the production process. The works were chosen based on budgets above US\$ 27,563.39 dollars. In order to carry out the research, the works were visited during the concrete production period, systematically monitoring and observing the productive processes at each stage of concreting and, subsequently, those responsible for the works were interviewed to collect additional information. Among the main results, it was identified that the materials for the construction of the concrete were partially adequate, being: Portland cement II-32-Z, gravel 2 (25mm) and public water supply. As for production, all the beds produced their own concrete, of which, works A, B and C used concrete mixer, while the rest did not. In relation to the dosage, most use traits defined by the works master. Only the B and C works perform simple compression tests of the concretes, while only B performed *slump*. The launching of all the works was done by buckets. As for the densification, 4 of the works carried out, whether vibratory (1) or manual (3). Finally, based on the results, it is revealed that only the work B is producing concrete partially adapted to the Brazilian Technical Standards.

KEYWORDS:NBR 12655, construction sites, quality control, northeastern semiarid.

INTRODUÇÃO

O concreto pode ser utilizado nas mais diversas estruturas, sejam pontes, edifícios, rodovias ou barragens. Do ponto de vista técnico, para que seja possível utilizá-lo de maneira satisfatória, o projetista e o executante devem estar familiarizados com todo o processo de fabricação do concreto, desde sua concepção, definição dos requisitos, dosagem, produção, aplicação e tecnologia, pois tais fases são primordiais para que se obtenha um bom material. Não obstante, obter um bom concreto justifica-se por si só, de sua função estrutural, isto é, capacidade a resistir aos esforços solicitantes.

Diferentemente do aço, o concreto, em um canteiro de obras, está numa posição de bastante complexidade. Embora a qualidade dos constituintes (cimento, água, aditivos) seja garantida pelos fornecedores, o desempenho do concreto não é a soma justaposta desses elementos, mas sim, depende de todas as suas etapas produtivas.

Para que o concreto produzido em obra esteja compatível com os esforços solicitantes previstos no projeto estrutural, é necessário manejá-lo de maneira adequada. Para isso, a NBR 12655 estabelece as etapas produtivas, bem como as técnicas de controle tecnológico. As etapas produtivas são: mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura. A adequada execução de cada etapa garante ao concreto o proporcionamento correto, redução do desperdício e a resistência adequada. Ainda conforma a NBR 12655 o controle tecnológico deve ser realizado nos estados fresco (*slumptest*) e estado endurecido (resistência à compressão simples) (ABNT, 2015a). Somando-se a isso, para que as etapas produtivas no canteiro de obra sejam bem-sucedidas é necessário realizar o recebimento e controle da qualidade das matérias-primas, conforme estabelecido na NBR 12654 (ABNT, 1992).

Entretanto, a realidade brasileira tem sido preocupante, mais especificamente os canteiros de obras em municípios distantes dos grandes centros urbanos. Segundo Dantas et al. (2017), os canteiros de obras tem apresentado inúmeras dificuldades gerenciais, nos quais a obtenção de concreto adequado está diretamente inserido. Somando-se a isso, há dificuldades ambientais envolvidas na produção de concreto na região semiárida brasileira tais como, as temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, incrementando ainda mais as adversidades de produção tecnologicamente adequada às Normas Brasileiras Técnicas.

Diante deste contexto desafiador e devido aos poucos trabalhos na literatura tratando dessa temática no sertão nordestino, o presente trabalho tem como objetivo investigar e caracterizar o controle tecnológico do concreto produzido em obras de médio porte no município de Angicos/RN em 2017, avaliando a qualidade dos métodos empregados no seu processo produtivo, com base nas Normas Brasileiras Técnicas da ABNT.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no município de Angicos, Estado do Rio Grande do Norte, no ano de 2017. O município de Angicos está situado na microrregião central do Estado, bem no centro do Rio Grande do Norte. Limita-se com os municípios de Ipanguaçu (oeste), Lajes, Fernando Pedroza e Santana dos Matos (sul), Afonso Bezerra e Pedro Avelino (norte) e Itajá (Sul e oeste). À distância até a capital do estado é de 171 km. A população estimada é de 11.549 habitantes e de PIB 30 milhões (IBGE, 2016).

Para realização da pesquisa foram visitados cinco canteiros de obras, durante o período de produção do concreto. As obras serão apresentadas como A, B,C,D e E. A definição das obras foi levando em consideração o orçamento, de modo que todas as obras visitadas tinham orçamentos superiores a 100 mil reais. Para obtenção dos dados, inicialmente foi solicitado à permissão dos trabalhos nas obras durante o período de pesquisa. Em posse da autorização, foram acompanhados os procedimentos produtivos do concreto, desde o acondicionamento das matérias-primas passando pela mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura. Por fim, aplicou-se uma entrevista semi-estruturada com os responsáveis *in loco* da obra para obtenção de informações complementares. Em seguida, as informações foram avaliadas com base nas Normas Técnicas Brasileiras e nas práticas definidas pela literatura disponível.

Os artifícios metodológicos utilizados foram a Observação Direta Intensiva e Observação Sistemática (Marconi & Lakatos, 2010). Optou-se pela realização da Observação Sistemática em razão desta utilizar de instrumentos de coleta de dados e fenômenos dentro de um planejamento e objetivo específico (Marconi & Lakatos, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 apresenta a síntese das respostas as perguntas feitas aos responsáveis pelas obras. A partir dele observa-se um perfil problemático nos canteiros de obras situadas no município de Angicos/RN.

Quadro 1. Resultados observados nas obras sob análise

Perguntas	A	B	C	D	E
Principais utilizações do concreto armado?	Fundações, cintas e pilares.	Fundações, escadas, cintas, pilares e piso.	Fundações, cintas e pilares.	Fundações, cintas e pilares.	Fundações, cintas e pilares.
Qual a resistência à compressão simples dos elementos de concreto?	Não soube responder	25 MPa	15 MPa	Não sabe	Não sabe
Há projeto estrutural?	Não soube dizer	Sim	Não	Não soube dizer	Não soube dizer
Concreto usinado ou produzido em obra?	Produzido em obra por betoneira	Produzido em obra por betoneira	Produzido em obra por betoneira	Produzido em obra de forma manual	Produzido em obra de forma manual
Como é a dosagem do concreto?	1:3:2,5 Água definida pelo pedreiro	1:3:3:0,6	1:3:3 Água definida pelo pedreiro	Traço definido pelo pedreiro	Traço definido pelo pedreiro
Realiza o controle tecnológico nos estados fresco e endurecido?	Não realiza	No estado fresco e endurecido	Apenas no estado endurecido	Não realiza	Não realiza
Quantidade de corpos de prova e idade de rompimento?	-	6 corpos de prova para cada idade (7 e 28)	1 corpo de prova rompido em 28 dias	-	-
Como é realizado o transporte?	Carrinho de mão	Jerica	Carrinho de mão	Carrinho de mão	Carrinho de mão
Como é realizado o lançamento?	Baldes	Baldes	Baldes	Baldes	Baldes
Como é realizado o adensamento?	Adensamento manual	Adensamento vibratório	Adensamento manual	Não realiza adensamento	Adensamento manual
Como é realizada a cura e por quanto tempo?	Sim, por 2 dias	Por 7 dias	Por 10 dias	Por 3 dias	Não realiza cura

Todas as obras utilizam o concreto em peças estruturais tais como fundações, escadas, cintas e pilares. Para tanto, apenas 2 destas tem conhecimento da resistência que os elementos estruturais devem atingir, embora a obra C utilize uma faixa de resistência inferior ao valor mínimo estipulado pelas NBR 6118e NBR 8953 (20 MPa) e, portanto, não deve ser utilizado em peças estruturais (ABNT, 2014; ABNT, 2015b). Essa problemática é potencializada pela ausência de projeto estrutural em 4 das 5 obras. Quando inquiridos sobre o processo produtivo do concreto, observa-se aprofundamento deletério da problemática. Todos os canteiros são responsáveis pela produção do concreto, entretanto, não foram observados os critérios de definição do canteiro de obras, nem tampouco, de como os serviços seriam executados. Para Dantas et al.(2017), as indefinições dos cronogramas, dos serviços e das funções executadas pelos operários estão relacionadas com a

qualidade inadequada do concreto produzido, além de representar um prejuízo econômico pelo desperdício de material e de mão-de-obra.

Ainda nesse contexto, as obras D e E não utilizam betoneira para realização da mistura do concreto. Quanto ao traço, as obras A, B e C possuem traços definidos para o cimento e os agregados, porém, sem definição do fator água/cimento, com exceção da obra B. Esta prática está em dissuasão dos requisitos estabelecidos pela NBR 6118, cuja determinação é que os concretos estruturais possuam quantidade de água limitada pelo fator água/cimento máximo de 0,8 (ABNT, 2014). Quanto ao controle tecnológico, a NBR 12655 determina que devam ser realizados nos estados fresco e endurecidos, com pelo menos dois critérios: via *slump test* (estado fresco) e via resistência à compressão simples (estado endurecido). Em contraposição, apenas as obras B e C realizam o controle tecnológico, entretanto, apenas a primeira realiza-o nos dois estados do concreto. Em adição a isso, apenas a obra B atende aos requisitos estatísticos da NBR 12655, uma vez que conforme esta norma, a quantidade de corpos de prova deve estar no intervalo de $6 < n < 20$ e o $f_{ck_{est}}$ deve atender a margem de erro (ABNT, 2015a).

No que concerne às etapas de transporte, lançamento, adensamento e cura, novamente foram observados adversidades. O transporte em todas as obras foi realizado utilizando carrinhos de mão, exceto a obra B que utiliza jericas. Do ponto de vista de tecnológico, foi observado que em todas as obras há presença de obstáculos no percurso do transporte do concreto, o que pode contribuir para o desenvolvimento de propriedades indesejáveis, tais como segregação dos agregados ou ainda, exsudação excessiva (Mehta& Monteiro, 1994).

O lançamento é realizado por todos os canteiros de obras, sendo empregado o lançamento manual por baldes e, como pé direito das edificações é inferior a 2,5 m, o lançamento por baldes está adequado. Entretanto, a velocidade de lançamento empregada na obra D e E foi considerada inadequada, visto que após a retirada das fôrmas identificaram-se vazios bastante significativos, inclusive um dos pilares da obra D precisou ser refeito em função do grau de inadequação. A NBR 14931 recomenda que o lançamento ocorra de maneira uniforme e gradual, evitando o lançamento em pontos concentrados, que possa provocar deformações do sistema de fôrmas e vazios, de modo que os cuidados devem ser redobrados quando a altura de lançamento for superior a 2m (ABNT, 2004).

Segundo Mehta& Monteiro (1994), os erros mais comuns observados em lançamentos de concretos são os fatores executivos: velocidade de preenchimento da fôrma, altura de lançamento, a segregação e acúmulo de argamassa nas armaduras, brita inadequada. Amorim et al. (2013) complementa afirmando que os erros de lançamento são potencializados por fatores produtivos, sobretudo, cobrança por prazos e recebimento por produtividade.

Segundo a NBR 14931, o adensamento deve ser realizado imediatamente após o lançamento, de modo que seja vibrado ou apiloado, de maneira contínua e energeticamente com equipamento adequado à sua consistência. Nessa questão, a obra D afirmou não realizar o adensamento, dissuadindo completamente dos requisitos estabelecidos na NBR 14931 (ABNT, 2004). Ainda nessa questão, as obras A, C e E realizam adensamento manual. No entanto, com base nos procedimentos executivos observados na obra, identificou-se que o adensamento ocorre sem completa observância da NBR 14931, haja vista que esta norma estabelece que a altura das camadas de concreto que devem ser apiloadas não ultrapasse 20 cm, fato este não observado nas obras A e E (ABNT, 2004).

Em relação à obra B, utilizam o adensamento mecânico. Com base nas prerrogativas estabelecidas pela NBR 14931, o adensamento mecânico esteve parcialmente adequado, uma vez que as camadas de concreto vibradas atingiam alturas inferiores a 50 cm. Todavia, ainda conforme a norma, o vibrador deve adentrar 10 cm na camada anterior para que não sejam formadas falhas preferenciais, bem como não devem, sob nenhuma hipótese, tocar as armaduras. Foi observada uma discrepância em relação à penetração de 10 cm na camada anterior, em contrapartida, não foram observadas quaisquer outras discordâncias da Norma.

No que tange à cura, todos os canteiros visitados, com exceção da obra E, realizam-na. Segundo Barros et al. (2016), a cura do concreto é responsável diretamente pela efetivação das reações de hidratação do cimento, de modo que sua não ocorrência e/ou inadequada, resulta em diminuição da resistência e aumento da permeabilidade, promovendo o acesso dos agentes inóspitos ao elemento estrutural e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de patologias. Dentro dos critérios de qualidade, outros problemas foram observados. Como a maioria das obras não conhece a resistência à compressão que os elementos de concreto devem ter, o tempo de cura é de difícil determinação.

Segundo a NBR 14931, a cura e o escoramento devem ser realizados até que o concreto possua rigidez e resistência suficiente para que não tenham deformações excessivas. Em adição, a NBR 12655 prediz que os elementos estruturais devem ser curados até que atinjam f_{ck} igual ou maior que 15 MPa. Com base nesses critérios, apenas a obra B está adequada, sobretudo por que os 7 dias determinados para a cura foi definido com base na resistência obtida no rompimento dos corpos de prova na idade de 7 dias, no qual atingiu resistência de 16,5MPa. Em relação à frequência de colocação de água, observaram-se fragilidades. As obras A, C e D embora realizem a cura, inserem água apenas uma vez por dia, sendo insuficientes para formar um filme de água capaz de resistir temperaturas diárias superiores a 35 °C e umidade relativa do ar inferior a 50%, características não recomendadas pela NBR 14931.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados, conclui-se que os concretos produzidos pelas obras investigadas nesse estudo, situadas em Angicos/RN no ano de 2017, encontram-se inadequados às Normas Técnicas Brasileiras que tratam do manejo adequado das matérias-primas, do controle tecnológico e das etapas produtivas do concreto.

Dentre os principais problemas encontrados estão à inexistência de projeto estrutural, proporcionamento sem correspondência nos métodos de dosagem, a ausência de controle de quantidade de água de amassamento, ausência de controles tecnológicos nos estados frescos e endurecidos e discordâncias executivas durante as etapas produtivas do concreto.

Por fim, com base nesse estudo, apenas a obra B apresentou uma condição parcialmente satisfatória do concreto produzido.

REFERÊNCIAS

- Amorim, B.R.; Farrapo, M.A.F.; Furtado, F.A.; Monteiro, L.M.S.; Coelho, F.C.A. Análise da atual situação da ponte do distrito de Patriarca, Sobral-CE. In: IX Congresso Internacional Sobre Patología y Recuperación de Estructuras, João Pessoa, 2 a 5 de junho de 2013. Anais do...Joao Pessoa, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto- preparo controle e recebimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.
- _____. NBR 8953: Concreto para fins estruturais — Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2015b.
- _____. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- _____. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- _____. NBR 12654: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto, Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- Barros, S. V. A.; Neves, G. A.; Menezes, R. R. Durabilidade de argamassas confeccionadas com resíduos de quartzito. Estudo da viabilidade técnica de agregados oriundos de resíduos do beneficiamento de rochas de quartzito em argamassas. 1. ed. Saubrucken, Deutschland/Nienc: Novas Edições Acadêmicas, 2017, v.1. 124p
- Dantas, G. C. B.; Silva, L. B. M. V.; Cavalcante Filho, P. N.; Araujo, Y. D.; Barreto, A. M. Cenário da gestão de canteiros de obras situados no interior nordestino: estudo de caso no município de angicos/rn. In: II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2017, Campina Grande/PB. Anais... Campina Grande, 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo nacional. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297p.
- Mehta, P. K.; Monteiro, P. J. M. Concreto – Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo, 1994.