

CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ANTES, DURANTE E APÓS A CONCRETAGEM

Lobo, E. D.¹, Rassi Neto, F. T.², Jucá, T.³.

1 Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, eduardodaia24@gmail.com;

2 Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, fuerassi777@gmail.com;

3 Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, tatianajuca@pucgoias.edu.br

RESUMO: Este trabalho abordará a importância de se manter um controle tecnológico eficiente e fazer um acompanhamento rigoroso do concreto, antes, durante e após a concretagem, com foco na garantia da eficiência estrutural das obras de engenharia civil. Esta pesquisa avaliou o controle tecnológico do concreto em dois edifícios de Goiânia, utilizando estudo de caso aliado a levantamento bibliográfico. Foram analisadas fundações e superestrutura, com diferentes traços de concreto, amostragem e moldagem de corpos de prova para idades de 7, 14, 28 e 63 dias. O Edifício A apresentou maior número de não conformidades devido à abertura controlada do concreto com aditivo, porém manteve resistência consistente. O Edifício B mostrou menor variabilidade na trabalhabilidade e total conformidade. O estudo reforça a importância do controle rigoroso, rastreabilidade, monitoramento de temperatura e registro detalhado para garantir a qualidade e segurança estrutural.

Palavras chaves: Controle tecnológico, Concreto estrutural, Qualidade

ABSTRACT: This paper will address the importance of maintaining efficient technological control and closely monitoring concrete before, during, and after concreting, with a focus on ensuring the structural efficiency of civil engineering works. This research evaluated the technological control of concrete in two buildings in Goiânia, using a case study combined with a bibliographic survey. Foundations and superstructures were analyzed, with different concrete mixes, sampling, and molding of test specimens for ages of 7, 14, 28, and 63 days. Building A had a higher number of non-conformities due to the controlled opening of the concrete with additive but maintained consistent strength. Building B showed less variability in workability and total conformity. The study reinforces the importance of strict control, traceability, temperature monitoring, and detailed recording to ensure quality and structural safety.

Keywords: Technological control, Structural Concrete, Quality.

1. Introdução

A construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico do país, sendo responsável pela projeção e execução de edificações que possam aliar segurança, durabilidade e bom desempenho de engenharia. Conforme [9], a construção civil respondeu por 6,2% do PIB brasileiro, aproximadamente 320 bilhões de reais.

O concreto, um dos materiais mais utilizados na engenharia civil moderna, tem origens que remontam à Antiguidade: egípcios, assírios e babilônios utilizavam aglutinantes naturais, enquanto os romanos aperfeiçoaram as técnicas com a adição de pozolana, permitindo a construção de obras monumentais como o Coliseu e o Panteão. Após a Idade Média, o avanço no desenvolvimento do cimento moderno se acelerou e, em 1824, Joseph Aspdin patenteou o cimento Portland, base do concreto atual. Desde então, o material tornou-se indispensável nas construções, embora seu desempenho dependa diretamente da qualidade de processos como preparo, transporte, lançamento, adensamento e cura [20].

Atualmente, o concreto armado é o dito material de construção mais empregado no Brasil, desde construções de residências de modo informal a edifícios de múltiplos andares. Trata-se, de fato, de um sistema construtivo que foi aprimorado ao longo de todo o século XIX, até se entender que não são dois materiais, aço e concreto, mas um terceiro material com propriedades diferentes daqueles que o originaram [12].

Nesse contexto, o controle tecnológico do concreto emerge como uma prática essencial para garantir a qualidade e segurança das estruturas produzidas em concreto armado. Sendo assim, a implementação eficaz do controle tecnológico envolve a realização de procedimentos, tais como: a verificação das fôrmas e armaduras antes da concretagem, recebimento do concreto no canteiro de obras, a elaboração de mapas de concretagem, a realização de ensaios de *slump test* e a moldagem de corpos de prova para ensaios de resistência. Essas práticas permitem identificar e corrigir desvios de qualidade de forma proativa, evitando retrabalhos e garantindo a conformidade com os parâmetros estabelecidos pelas normas, nos projetos estruturais.

O objetivo geral dessa pesquisa é avaliar os principais impactos da aplicação do controle tecnológico do concreto na vida útil de uma estrutura de concreto armado. Como objetivos específicos, tem-se:

- Caracterizar os serviços que compõem o controle tecnológico do concreto;
- identificar as normas técnicas brasileiras relacionadas ao controle tecnológico do concreto;
- Avaliar as principais colaborações da implementação do controle tecnológico, antes, durante e após a concretagem, na qualidade final do concreto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O concreto como material de construção

O concreto é o segundo material mais consumido no mundo, atrás apenas da água, com consumo médio de 1,9 ton/habitante ao ano [16]. Trata-se de um compósito moldável capaz de assumir diferentes formas, atendendo a variados requisitos de resistência, durabilidade e funcionalidade. É formado basicamente por cimento, água e agregados miúdos e graúdos. Suas propriedades podem ser modificadas com adições minerais e aditivos químicos, adaptando-o a condições específicas de projeto. Segundo [8], o concreto é amplamente usado em elementos estruturais devido à sua versatilidade.

Como afirma [11], enfatizam que a ascensão do concreto de cimento Portland como protagonista na construção moderna está ligada à sua eficiência estrutural, à facilidade de obtenção dos materiais constituintes e à sua excelente resposta às solicitações de compressão. Outras vantagens apontadas pelos autores são resistência ao fogo, estabilidade dimensional e comportamento previsível, o que o torna confiável e tecnicamente vantajoso para obras de pequeno a grande porte. Ressaltam também que, embora seja resistente e durável, seu desempenho depende do atendimento a critérios técnicos rigorosos, sendo o controle tecnológico indispensável para garantir sua conformidade com as especificações de projeto.

Nesse contexto, testes adequados no concreto são fundamentais para assegurar que as estruturas atendam aos requisitos de resistência e durabilidade, prevenindo falhas que possam comprometer sua segurança [17]. A adoção de tais procedimentos padronizados, conforme as normas técnicas vigentes, contribui para a redução de custos e elevação da confiabilidade das edificações. Muitos estudos ressaltam a relevância econômica de levar em conta a durabilidade, ao apontar os gastos expressivos com a manutenção e o reparo de estruturas em nações desenvolvidas [14].

2.2. Principais normas técnicas aplicadas ao concreto

A utilização do concreto na construção civil é regulamentada por um conjunto de normas técnicas que estabelecem critérios de projeto, execução e controle de qualidade. Essas normas visam assegurar o desempenho estrutural, a durabilidade e a segurança das obras, além de padronizar procedimentos e garantir a conformidade do material com os requisitos técnicos. Em nível internacional, diversas instituições atuam na elaboração de normas que são amplamente reconhecidas e utilizadas como referência em diversos países, como o *American Concrete Institute (ACI)* e o *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.

No contexto brasileiro, a normalização do concreto é responsabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece um conjunto abrangente de diretrizes para garantir a qualidade e a segurança nas obras em concreto. O Quadro 1 apresenta o número, ano, edição e título das principais normas técnicas aplicáveis ao controle do concreto.

Quadro 1 – Principais normas técnicas aplicáveis ao concreto no Brasil. Autores (2025).

Norma	Ano de publicação	Edição	Título
NBR 6118	2023	4a	Projeto de estruturas de concreto
NBR 7212	2024	4a	Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle
NBR 12655	2022	4a	Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
NBR 14931	2023	3a	Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos
NBR 5738	2015	2a	Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
NBR 5739	2018	3a	Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
NBR 16889	2020	1a	Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone

A NBR 6118 [7] diz respeito ao projeto estrutural de concreto armado, protendido e simples. Aborda os procedimentos para dimensionamento das estruturas considerando as cargas atuantes, durabilidade e agressividade ambiental em que a obra será inserida.

A NBR 7212 [6] trata do concreto dosado em central, estabelecendo os procedimentos para armazenamento, dosagem, mistura, transporte, controle de qualidade, inspeção e aceitação do concreto do ponto de vista do fornecedor. Determinando alguns cuidados que precisamos ter durante o recebimento na obra, como por exemplo o tempo de descarga do caminhão que não pode ultrapassar 2 horas e 30 minutos desde sua mistura inicial na central de dosagem até o término do seu lançamento na obra.

A NBR 12655 [1] é uma norma fundamental para o controle tecnológico, pois regula o preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto. Ela define critérios para o cálculo da resistência de dosagem, da resistência característica, e apresenta parâmetros específicos para ambientes agressivos, como limites de contaminação por cloretos e condições para exposição a sulfatos.

No que se refere ao recebimento do concreto, a NBR 12655 [1] estabelece que cada carga entregue deve ser acompanhada de uma documentação específica, contendo dados como: identificação do caminhão betoneira, número da nota fiscal, horário de saída da central, horário de chegada na obra, tempo de descarga e volume transportado. Esses registros são essenciais para garantir a rastreabilidade do concreto e assegurar que o tempo de transporte e

as condições de manuseio estejam dentro dos limites aceitáveis para preservar a qualidade do material. Também recomenda inspeções visuais e ensaios no concreto fresco, como o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*).

Complementando essa diretriz, a NBR 14931 [2], trata dos processos de lançamento, adensamento, cura, desforma, além de estabelecer responsabilidades técnicas e exigências quanto ao plano de concretagem e controle de recebimento dos materiais. Para os ensaios laboratoriais, a NBR 5738 [4] estabelece os procedimentos necessários para a moldagem e a cura dos corpos de prova, podendo essas etapas serem realizadas por meio de imersão em água ou em câmaras úmidas com controle rigoroso de temperatura e umidade relativa do ar.

A NBR 5739 [5], por sua vez, trata do ensaio de compressão desses corpos de prova, especificando os métodos a serem aplicados quanto ao preparo das superfícies dos topos, à taxa de aplicação da carga e às condições de umidade das amostras.

A NBR 16889 [3], estabelece o procedimento padronizado para medir a consistência e a trabalhabilidade do concreto fresco por meio do ensaio de abatimento. A norma define os requisitos para os equipamentos, as condições de amostragem, o passo a passo do ensaio, a interpretação dos resultados e os limites de variação aceitáveis, assegurando que o concreto apresente a fluidez adequada para a aplicação prevista em projeto. Sua correta execução é essencial para avaliar, de forma rápida e prática, a qualidade do concreto no momento do recebimento na obra, sendo uma referência fundamental no controle tecnológico e na verificação da conformidade do material antes da concretagem.

2.3. Controle tecnológico do concreto

O controle tecnológico do concreto em obra visa assegurar que o material atenda às normas, garantindo a correta execução da obra e a durabilidade da estrutura. A NBR 12655 [1] orienta procedimentos para tornar o controle tecnológico eficiente. Ela estabelece que a concreteira contratada é responsável pelo preparo e transporte do concreto até a obra.

De acordo com [21], quando efetuado o contrato, a empresa terceirizada passa a ser responsável por todas as etapas de preparo do concreto como a caracterização dos materiais componentes, estudo de dosagem. Tal verificação baseia-se na necessidade de comprovar todas as prescrições normativas e estabelecidas em contrato foram atendidas, pois a documentação relativa ao comprimento destas prescrições e disposições tem que ser disponibilizada para o responsável técnico e proprietário da obra para o arquivamento da empresa.

Segundo [10], o controle tecnológico depende da integração entre todos os agentes envolvidos, e exige que o concreto seja analisado por meio da moldagem de corpos de prova cilíndricos (**Figura 1**), identificados e armazenados sob condições padronizadas, conforme as diretrizes da NBR 5738 [4]. Esses corpos de prova são posteriormente submetidos a ensaios de compressão descritos na NBR 5739 [5], com rompimento em idades estabelecidas, para garantir que a resistência característica (FCK) projetada seja efetivamente atingida.

Durante a fase de concretagem, o controle inicia-se com o recebimento do concreto, que deve ser acompanhado por documentos como nota fiscal, boletim de fornecimento e ficha técnica da mistura. Informações como o horário de saída da central, horário de chegada, tempo de descarga e traço utilizado devem ser registradas. Conforme a NBR 12655 [1], essa etapa também envolve a realização de ensaios no concreto fresco, como o abatimento do tronco de cone (*slump test*) (**Figura 2**), que permite avaliar sua trabalhabilidade.



Figura 1 – Moldagem dos corpos de prova de concreto [18].



Figura 2 – Ensaio de *slump test* [18].

A rastreabilidade do concreto é fundamental no controle tecnológico, permitindo monitorar cada etapa do lançamento. Isso é feito por meio de mapas de concretagem, como o da **Figura 3**, que registram número dos caminhões, horários, local de aplicação e corpos de prova moldados [18].



Figura 3 – Mapeamento do Concreto. Autores (2025).

O controle tecnológico atua como instrumento de prevenção de patologias, diminuindo riscos de fissuração, desagregação, infiltrações e outros problemas que afetam a durabilidade

da estrutura. Sua aplicação garante o desempenho estrutural ao longo do tempo e reduz custos com retrabalhos e manutenções corretivas. Isso reforça sua importância nos processos construtivos modernos. É essencial padronizar a fabricação e os testes de corpos de prova para avaliar com precisão a qualidade do concreto [15].

3. METODOLOGIA

Esse trabalho iniciou com uma pesquisa bibliográfica a respeito dos controles tecnológicos. Em complementação da pesquisa bibliográfica, visando atender os objetivos propostos, será utilizado o estudo de caso em dois edifícios de duas construtoras diferentes, ambas atuantes no mercado de Goiânia. Os edifícios serão nominados como A e B, indicados nas **Figuras 4 e 5**, recebem concreto estrutural usinado. A amostragem definida para compor os dados da pesquisa compreendem as fundações (estacas e blocos) e a superestrutura. Vale ressaltar que os edifícios são de empresas diferentes, mas que contratam o mesmo laboratório para realização dos ensaios de *slump test* e corpo de prova, além disso ambas recebem concreto da mesma fornecedora, porém estão em fases de obra completamente diferente, no qual o edifício A apresentará mais quantidade de dados coletado do que o edifício B pois o edifício A já está com sua estrutura completa enquanto o edifício B ainda está no pavimento 7. Portanto essa quantidade de dados influenciará a análise dos resultados.



Figura 4 – Fachada Edifício A [13].



Figura 5 – Fachada Edifício B [19].

O Quadro 2 apresenta um resumo dos requisitos definidos em cada projeto para o concreto estrutural de cada edifício que será usado no estudo de caso.

No Edifício A, o *slump* e a moldagem dos corpos de prova são realizados por laboratório terceirizado, seguindo o cronograma de concretagem. São retirados quatro pares de corpos de prova para 7, 14, 28 e 63 dias, desmoldados um dia após a moldagem e mantidos

em tanque saturado com cal ou câmara úmida até o rompimento. O Edifício B adota procedimento semelhante, porém com idades de rompimento apenas de 7 e 28 dias.

Quadro 2 – Resumo das características dos edifícios. Autores (2025).

Principais características	Edifício A	Edifício B
Número de pavimentos	40	35
FCK estacas aos 28 dias (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	30 MPa/ 240±30 mm	30 MPa/ 240±30 mm
FCK dos blocos 28 dias (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	50 MPa/ 120±20 mm	50 MPa/ 220±20 mm
FCK até 4 pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	---	50 MPa/ 160±30 mm
FCK até 9° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	50 MPa/ 120±20 mm	---
FCK do 5° ao 15° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	---	40MPa/ 220±30 mm
FCK do 10° ao 20° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	40 MPa/ 150±20 mm	---
FCK do 16° ao 34° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	---	30 MPa
FCK do 21° ao 22° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	40 MPa/ 180±20 mm	---
FCK do 35° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	---	40 MPa
FCK do 23° ao 40° pav (MPa)/ <i>slump</i> (mm)	40 MPa/ 220±30 mm	---

Ambos os processos seguem o controle tecnológico para assegurar a qualidade do concreto. Os rompimentos de 7 e 14 dias, são utilizados apenas como referência preliminar da qual se espera a obtenção de 75% da resistência de projeto, permitindo identificar possíveis desvios de comportamento que possam indicar dificuldades para o atingimento da resistência característica de projeto aos 28 dias. Já os ensaios realizados aos 63 dias funcionam como uma verificação complementar, servindo de respaldo técnico nos casos em que a resistência especificada não é atingida dentro dos 28 dias.

O recebimento dos caminhões foi realizado por estagiários em ambos os edifícios que mediam a temperatura com auxílio de termometro digital no momento da coleta da admostra destinada ao *slump test*, logo quando se inicia a descarga do caminhão, que registram as informações em planilhas Excel no caso do edifício A e no aplicativo próprio SIENGE *construpoint* no caso do edifício B. Os mapeamentos de lançamento dos caminhões são realizados pelo encarregado de pedreiro no edifício A, e pelo estagiário no B. Os estagiários e analistas registram os resultados de resistência à compressão para verificar a conformidade do concreto, e em caso de não atendimento ao FCK mínimo, consultam formalmente o projetista estrutural para orientação.

4. RESULTADOS

Os resultados serão apresentados de forma agrupada em estacas, blocos e superestrutura, demonstrando o controle tecnológico usado em cada edifício.

4.1. Controle das estacas

Na etapa de fundação profunda, referente às estacas, observou-se um desempenho satisfatório no controle tecnológico do concreto em ambos os edifícios analisados. Em relação à temperatura, tanto o Edifício A quanto o Edifício B, não apresentaram variações importantes, mantendo-se dentro dos limites estabelecidos pelas normas. As temperaturas permaneceram dentro do esperado de acordo com a temperatura ambiente dos dias que foram realizados os registros, conforme apresentado na **Figura 6**.

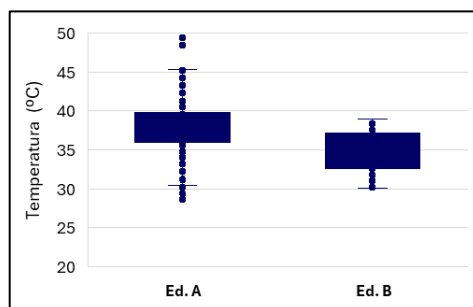


Figura 6 – Temperaturas medidas dos caminhões lançados nas estacas de fundação. Autores (2025).

No ensaio de trabalhabilidade (*Slump test*) indicado na **Figura 7**, o concreto de ambas as fundações se manteve próximo aos valores de projeto, indicando boa consistência. No Edifício A, 2 caminhões ficaram acima do limite e 1 abaixo (1,75%), enquanto no Edifício B apenas 2 ficaram acima (1,27%). Apesar dessas pequenas não conformidades, os resultados mostraram boa uniformidade do concreto. As especificações da NBR 12655 [1] foram atendidas quanto ao preparo, controle e recebimento do material.,

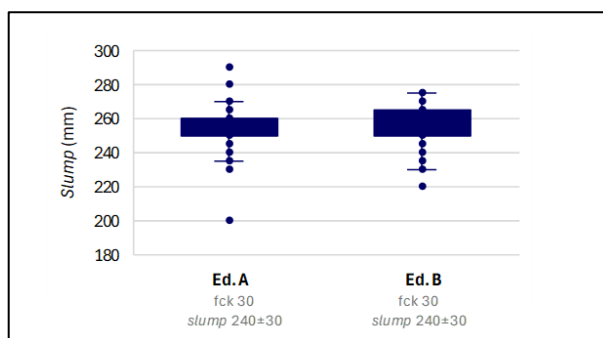


Figura 7 – Abatimento de tronco de cone medido nos concretos lançados nas estacas de fundação. Autores (2025).

Em relação à resistência à compressão, nota-se na **Figura 8** que o Edifício A não apresentou nenhum resultado abaixo do esperado (30MPa) aos 63 dias; já o Edifício B apresentou 10 resultados inferiores ao esperado (30MPa) aos 28 dias (6,37%). Mesmo com esses resultados inferiores o projetista estrutural do edifício B não identificou situação de risco.

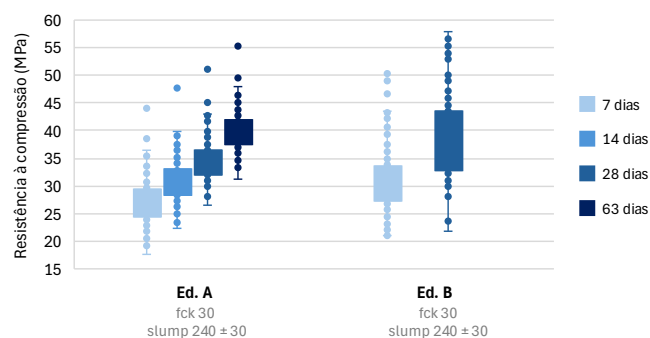


Figura 8 – Resistência à compressão atingida nos concretos lançados nas estacas de fundação. Autores (2025).

4.2. Controle dos blocos de fundação

Conforme apresentado na **Figura 9**, que ilustra a variação de temperatura do concreto nos blocos de fundação, não foram observadas oscilações importantes que pudessem comprometer o desempenho do material. As temperaturas medidas permaneceram dentro dos limites estabelecidos pelas normas NBR 14931 [2] e NBR 6118 [7].

A diferença entre os edifícios é atribuída ao período do ano em que as concretagens ocorreram, já que fatores ambientais, como temperatura e incidência solar, influenciam diretamente. Os blocos foram concretados em etapas, com adição de gelo ao traço devido à profundidade. Cada etapa seguiu um intervalo de 72 horas, conforme orientações de projeto.

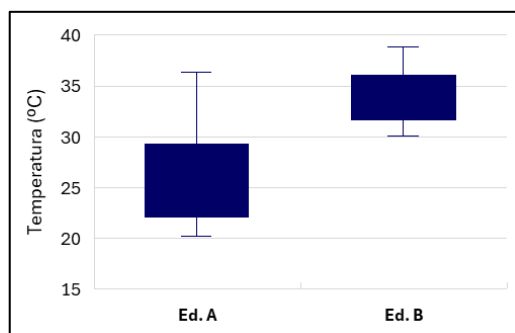


Figura 9 – Temperaturas medidas nos concretos lançados nos blocos de fundação. Autores (2025).

No Edifício A, o *Slump* test (**Figura 10**) registrou 83 não conformidades em 107 caminhões (77,57%), indicando alta variação no abatimento. Essa variação resultou de procedimento controlado em obra, com aditivo plastificante adicionado sob supervisão do dosador e autorização do projetista e engenheiro residente. No Edifício B, o *slump* apresentou menor dispersão, com apenas 4 não conformidades em 100 caminhões (4%), mantendo-se próximo ao traço original. Não houve necessidade de correções em campo nesse edifício. Em

ambos os casos, as operações seguiram os critérios da NBR 12655 [1] para preparo, transporte e recebimento do concreto.

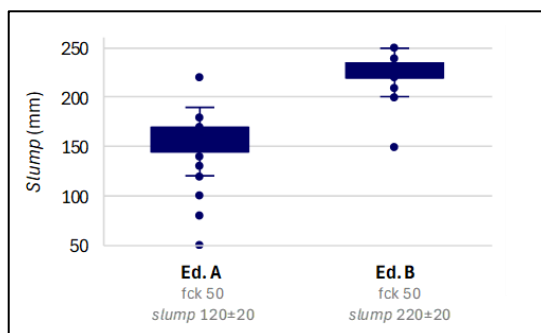


Figura 10 – *Slump* medido nos concretos lançados nos blocos de fundação. Autores (2025).

Por fim, no que se refere à resistência à compressão, ilustrada na **Figura 11**, o edifício A apresentou 11 resultados abaixo do estabelecido aos 28 dias (10,28%), porém no rompimento de 63 dias eles atingiram a resistência de projeto (50MPa), com isso nota-se a importância da moldagem de corpos de prova para 63 dias, evitando assim 11 não conformidade nessa etapa da fundação, o que afetaria tanto no cronograma quanto no financeiro da obra. Enquanto o edifício B não apresentou resultados abaixo do estabelecido em projeto, mostrando uma ótima qualidade tanto no material quanto no serviço realizado.

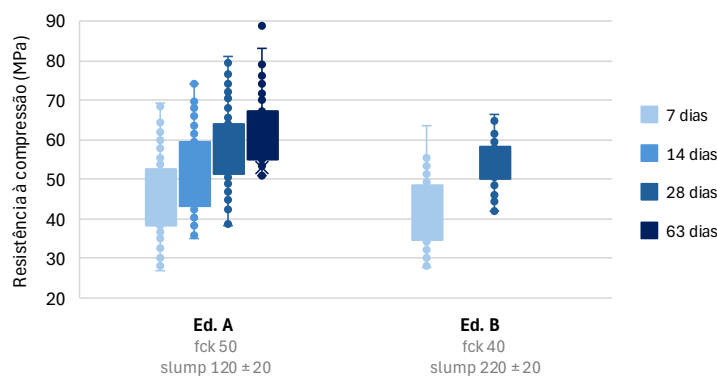


Figura 11 – Resistência atingida nos concretos lançados nos blocos de fundação. Autores (2025).

4.3. Controle da superestrutura

A análise das temperaturas dos caminhões de concreto destinados à estrutura dos edifícios A e B, representada na **Figura 12**, demonstra que não foram observadas variações significativas capazes de comprometer o desempenho do material durante as etapas de lançamento e adensamento. Em ambos os edifícios, as temperaturas se mantiveram dentro de faixas aceitáveis segundo as diretrizes da NBR 14931 [2], que recomenda o monitoramento da temperatura para evitar efeitos como pega acelerada ou perda excessiva de

trabalhabilidade. A diferença entre as dispersões verificadas nos conjuntos de dados está associada à época do ano em que as concretagens foram realizadas, considerando que a temperatura ambiente influencia diretamente a temperatura do concreto fresco.

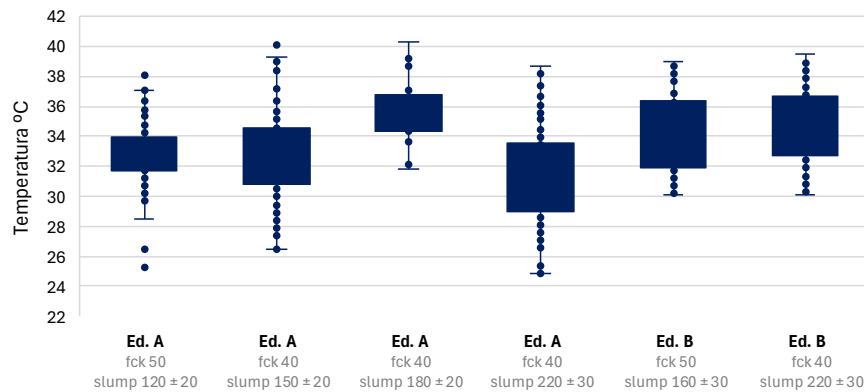


Figura 12 – Temperaturas medidas nos concretos lançados na estrutura. Autores (2025).

A análise da trabalhabilidade do concreto utilizado na estrutura dos edifícios A e B, apresentada na **Figura 13**, evidencia diferenças relevantes entre os traços empregados e os procedimentos adotados em cada obra. O *slump test*, realizado conforme diretrizes da NBR 16889 [3] e exigido pela NBR 12655 [1] para aceitação do concreto fresco, é essencial para verificar a fluidez adequada ao lançamento e ao adensamento.

No primeiro traço do Edifício B (FCK 50, *slump* 160 ± 30), utilizado até o 3º pavimento, foram registrados 45 caminhões fora da faixa, sendo 6 abaixo e 39 acima, em 151 entregas (29,8%). Apesar do número elevado acima do *slump*, todos foram avaliados e aceitos após consulta à concreteira, conforme prática estabelecida. No segundo traço (FCK 40, *slump* 220 ± 30), usado nos pavimentos seguintes, houve apenas 5 caminhões não conformes, todos abaixo do limite, em 94 entregas (5,32%). Esse resultado indica maior fidelidade ao traço original para o concreto FCK 40 MPa. Reforça ainda a consistência do processo produtivo na central da concreteira.

A análise do Edifício A revela características particulares decorrentes do método de execução adotado. No primeiro traço (FCK 50, *slump* 120 ± 20), que permaneceu em uso até o 9º pavimento, foram registrados 179 caminhões fora da faixa, todos acima do valor especificado, em um total de 206 caminhões (86,9%). Esse comportamento está diretamente relacionado ao mesmo procedimento que foi adotado para os blocos de fundação desse edifício onde os concretos FCK 50 foram redosados com aditivos plastificantes no canteiro, sob acompanhamento do dosador da concreteira e autorização formal do projetista estrutural, com o objetivo de adequar a trabalhabilidade às necessidades de lançamento.

O segundo traço (FCK 40, *slump* 150 ± 20) do Edifício A apresentou 29 caminhões fora da faixa, todos acima, dentro de 158 caminhões (18,35%). O terceiro traço (FCK 40, *slump* 180 ± 20) mostrou apenas 11 caminhões acima da faixa em um total de 28 caminhões (39,28%), indicando maior estabilidade do *slump* ao longo dos lançamentos. Já o quarto traço (FCK 40, *slump* 220 ± 30), utilizado do pavimento 23 até a cobertura do reservatório superior, apresentou 11 caminhões fora da faixa, sendo 5 abaixo e 6 acima do solicitado, dentro de 190 caminhões analisados (5,79%).

Em síntese, a distribuição dos valores de *slump* na **Figura 13** reflete o método de execução e o tipo de concreto em cada pavimento. A maior variabilidade nos concretos FCK 50 decorre da abertura controlada do *slump* em obra. Já os concretos FCK 40, entregues na consistência final, mostraram comportamento mais homogêneo. Em ambos os casos, as decisões de aceitação foram tomadas com respaldo técnico e comunicação entre obra, concreteira, projetista e engenheiro residente.

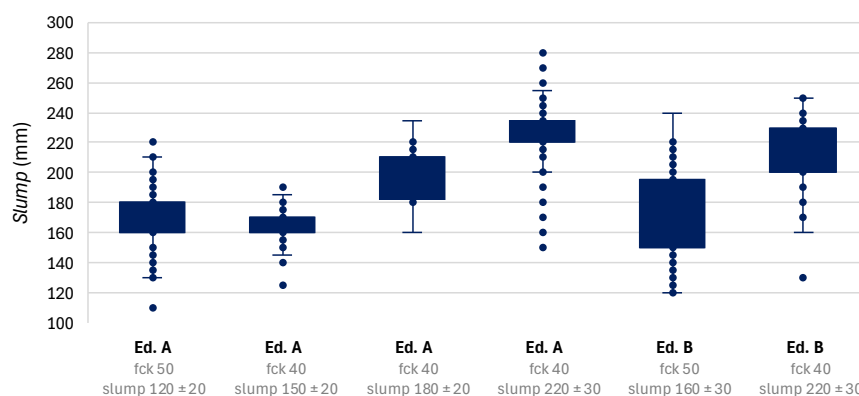


Figura 13 – *Slump* medido nos concretos lançados na estrutura. Autores (2025).

A análise da resistência à compressão dos corpos de prova moldados para a estrutura dos edifícios A e B está apresentada na **Figura 14**, que reúne os resultados obtidos nas idades de rompimento exigidas para cada obra.

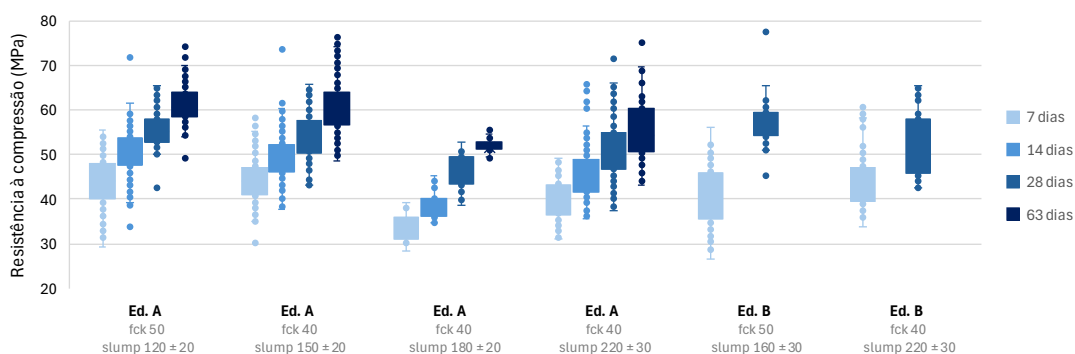


Figura 14 – Resistência atingida nos concretos lançados nos blocos de fundação. Autores (2025).

No Edifício B, o primeiro traço FCK 50 teve apenas um caminhão com resistência abaixo de 50 MPa aos 28 dias (0,66%), aprovado após avaliação do projetista. O segundo traço FCK 40 apresentou total uniformidade, com todos os caminhões atendendo aos 40 MPa exigidos em projeto. No Edifício A, que utilizou quatro traços distintos, os resultados de resistência foram satisfatórios. Apenas alguns caminhões apresentaram valores abaixo do mínimo aos 28 dias, sendo todos aprovados após análise complementar aos 63 dias. Os demais traços mantiveram resistência dentro dos limites especificados, garantindo a conformidade do concreto.

5. CONCLUSÕES

Ambos os edifícios apresentaram desempenho satisfatório no controle tecnológico do concreto. O Edifício A teve mais não conformidades, mas maior consistência na resistência devido a mais corpos de prova moldados. O Edifício B apresentou menor variabilidade na trabalhabilidade, mantendo o concreto próximo ao traço original. A variabilidade do concreto foi influenciada por escala da obra, etapa estrutural e procedimentos adotados, evidenciando a importância do controle rigoroso.

O estudo destaca que o controle tecnológico é essencial para decisões rápidas e seguras no canteiro. O ensaio de abatimento e medição de temperatura permitem avaliar preliminarmente a qualidade do concreto e identificar possíveis não conformidades antes dos testes de compressão. A medição de temperatura auxilia na interpretação do estado de hidratação, verificando se o concreto está adequado para lançamento e se o tempo de aplicação é apropriado.

O estudo de caso evidenciou a importância de diferentes idades de ruptura, mostrando que a moldagem adicional para 63 dias no Edifício A oferece segurança extra mesmo quando os 28 dias não atingem a resistência de projeto. Além disso, o registro detalhado de notas fiscais, horários de dosagem, chegada, lançamento e conclusão da descarga se mostrou indispensável. O mapa de concretagem garante rastreabilidade completa do processo. Essas práticas fornecem aos engenheiros informações precisas para avaliar não conformidades e orientar ações corretivas rapidamente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16889: Concreto fresco – Determinação do abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, ABNT, 2018.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: Concreto dosado em central - Preparo, fornecimento e controle. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
8. Couto ADS.: Carminatti Rafael L.: Nunes Rogério R.A.: Moura, Ruan CA.: O concreto como material de construção. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Sergipe: Universidade Tiradentes (2013).
9. Diones, C., Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil. Acesso em: 21 maio 2025. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315- construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>.
10. Ferreira AI.: A importância do controle tecnológico do concreto. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil – Faculdade Anhanguera (2017).
11. Helene, P., Andrade, T., Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Vol. 2. 2ª ed. São Paulo. Geraldo Cechella Isaia; 2010.
12. Freitas, M, L, M, X.: Concreto Armado No Brasil: Invenção, História, Revisões. Seminário Docomomo Brasil; 2019; Salvador, Brasil. 2019.
13. Leite, Alexandre. Projeto de arquitetura edifício A. (2025).
14. Medeiros, F, H, M., Andrade, O, J, J., Helene, P., Concreto: Ciência e Tecnologia. 1ª ed. São Paulo. Geraldo Cechella Isaia; 2011.
15. Neville, A.M.; Brooks, J.J: Concrete Technology. 2ª ed. Londres: Editora Pearson, 2010.
16. Pedrosa, F.L.: Concreto: Material Construtivo mais consumido no mundo. Revista Concreto & Construções. Acesso 21 de maio de 2025, (53). Disponível em: https://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_53.pdf
17. PROALL INC.: The Importance of Concrete Testing: Ensuring Quality and Safety. ProAll. Acesso em 21 de maio de 2025. Disponível em: <https://proallinc.com/news/the-importance-of-testing-your-concrete/>.
18. Sienge. Como aplicar a rastreabilidade do concreto na prática e evitar perdas na obra. Sienge. Acesso em: 21 maio 2025. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/rastreabilidade-do-concreto>.
19. Veiga, Ricardo. Projeto de arquitetura edifício B. (2025).
20. Votorantim. A história do concreto armado no mundo e no Brasil. Memoria Votorantim. Acesso em: 21 maio 2025. Disponível em: <https://memoriavotorantim.com/historias/empresas-investidas/historia-concreto-brasil-mundo/>.
21. Zalaf R.: Saulo S F.: Braz R M T. C. Estudo da eficiência do controle tecnológico no recebimento do concreto em obras. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Goiânia: Universidade Federal de Goiás (2014).