



UNIVERSIDADE DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CAMPUS AÇAILÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIA HUMANAS, SOCIAIS, TECNOLÓGICAS E LETRAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

FRANCISCO RAPHAEL LIMA DUARTE

**CONTROLE DE QUALIDADE REFERENTE A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO
CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO**

Açailândia-MA

2023

FRANCISCO RAPHAEL LIMA DUARTE

**CONTROLE DE QUALIDADE REFERENTE A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO
CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, *campus* Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Açailândia-MA

2023

D812c

Duarte, Francisco Raphael Lima

Controle de qualidade referente a resistência à compressão do concreto usinado: estudo de caso / Francisco Raphael Lima. – Açailândia: UEMASUL, 2023.
16 f. : il.

Artigo (Curso de Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, MA, 2023.

Orientadora: Profa. Ma. Brenda Gomes de Lima Moura

1. Controle de qualidade do concreto. 2. Segurança. 3. Durabilidade das estruturas. I. Título.

CDU 624.012.45

FRANCISCO RAPHAEL LIMA DUARTE

**CONTROLE DE QUALIDADE REFERENTE A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO
CONCRETO USINADO: ESTUDO DE CASO**

Artigo apresentado ao Curso Engenharia Civil Bacharelado do Centro de Ciência Humanas, Sociais, Tecnológicas e Letras da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, *campus* Açailândia, como requisito para o grau de bacharelado em Engenharia Civil.

Aprovado em 21 / 06 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br BRENDA GOMES DE LIMA MOURA
Data: 04/07/2023 09:53:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Brenda Gomes de Lima Moura
Mestra em Ciências dos Materiais – UFMA
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL

Rachel de Andrade Avelar da Silva

Rachel de Andrade Avelar da Silva
Mestra em Ciências dos Materiais - UFMA
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL

Documento assinado digitalmente
gov.br LEONARDO TELLES DE SOUZA PESSOA FILHO
Data: 05/07/2023 06:42:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Leonardo Telles de Souza Pessoa Filho
Especialista em Infraestrutura de Transportes e Rodovias – IPOG/MA
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL

**Controle de qualidade referente a resistência à compressão do concreto usinado:
estudo de caso**

*Quality control regarding the compressive strength of ready-mixed concrete: a case
study.*

Francisco Raphael Lima Duarte¹; Brenda Gomes de Lima Moura²

¹ Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, CCHSTL, Açailândia/MA, Brasil.

Email: franciscoduarte.201762988@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1175-1881>

² Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, CCHSTL, Açailândia/MA, Brasil.

Email: brenda.lima@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7484-5266>

Resumo: A garantia da segurança das estruturas é uma preocupação fundamental na construção civil e normas como ABNT NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018) e NBR 7212 (2012) estabelecem requisitos técnicos para o controle do concreto. Dessa forma, o objetivo do estudo foi determinar a qualidade do concreto usinado fornecido pela única concreteira de dosagem em central de Açailândia-MA. A metodologia seguiu as diretrizes das normas mencionadas, com critérios de verificação dos resultados e avaliação da qualidade produtiva dosada em central. Os resultados obtidos indicaram que a maioria das etapas de concretagem atendeu às condições de aceitação estabelecidas. Concluiu-se que as normas supracitadas desempenham um papel importante no controle e aperfeiçoamento dos processos de produção de concreto usinado, contribuindo para a segurança e durabilidade das estruturas.

Palavras-chave: Controle de qualidade do concreto, segurança e durabilidade das estruturas.

Abstract: Ensuring the safety of structures is a fundamental concern in the construction industry, and standards such as ABNT NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018), and NBR 7212 (2012) establish technical requirements for concrete control. Therefore, the objective of the study was to determine the quality of ready-mixed concrete provided by the only central batching plant in

Açailândia-MA. The methodology followed the guidelines of the mentioned standards, including criteria for result verification and evaluation of centralized production quality. The obtained results indicated that the majority of the concrete placement stages met the established acceptance criteria. It was concluded that the aforementioned standards play an important role in controlling and improving the processes of ready-mixed concrete production, contributing to the safety and durability of structures.

Keywords: Quality control of concrete, safety, and durability of structures.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA	7
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS	17

1. Introdução

Autores como Oliveira (2022), Casali (2021) e Trevisol (2017), relatam que o concreto está presente em mais de 90% das construções brasileiras, sendo um material aplicado em inúmeros segmentos da engenharia que desfrutam de suas características mecânicas, que atestam alto desempenho e durabilidade para construção de modelos estruturais.

Conforme Almeida (2002) e Couto *et al.* (2013), o concreto é conceituado de acordo com o modo de sua fabricação, sendo produzido no canteiro de operações da obra (*in loco*) ou dosado em central. Segundo Neville (2016), a maior vantagem do concreto pré-misturado está no controle tecnológico de qualidade. Alves *et al.* (2017) e Lima *et al.* (2019) afirmam que o concreto usinado exige a aplicação das normativas para realizar sua fabricação, tratando do procedimento de produção, seu recebimento e aceitação.

Segundo Kupfer, H., Bentur, A., & Mindess, S. (2014), a concreteira possui um papel fundamental no controle de qualidade dos materiais para definir a resistência à compressão do concreto. Isso inclui o controle dos agregados, aditivos e cimento, assim como suas dosagens. A dosagem do concreto leva em consideração o fator água-cimento e a resistência desejada. Em seguida, corpos de prova são moldados e submetidos à ensaios de compressão, nos quais, cargas progressivas são aplicadas até a sua ruptura conforme a ABNT NBR 5738 (2015).

Mehta e Monteiro (2008) referem que é imprescindível garantir a eficiência estrutural do elemento de concreto armado acabado, a fim de cumprir sua finalidade designada. Nesse sentido, Gidrão e Santos (2015) destacam que os ensaios de compressão são amplamente utilizados como estratégia para o controle tecnológico do concreto em seu estado plástico e endurecido. Esses ensaios permitem a maximização do potencial do elemento composto, reduzindo assim, parte dos problemas patológicos comuns em construções.

Segundo Neville (2016), o ensaio possui o objetivo de verificar a conformidade dos resultados às especificações normatizadas, quanto à sua resistência mecânica. Mentone *et al.* (1994) reitera a necessidade da indústria de concreto em adotar medidas que possam fornecer uniformidade no processo produtivo, diminuição da variabilidade e gerar uma consequente economia.

A metodologia dos ensaios é regida pela ABNT NBR 5739 (2018), que estabelece critérios para a conformidade dos resultados e verificação estatística do seu desempenho. Além disso, a NBR 12655 (2015) define a produção do concreto usinado quanto sua condição de preparo, classificação do nível de qualidade produtiva a ser alcançado e o fator que minimiza as incertezas oriundas do processo produtivo.

A ABNT NBR 7212 (2012) determina a adequação do processo de produção do

concreto usinado, a fim de garantir a segurança estrutural das edificações. Essa norma, estabelece procedimentos para avaliação estatística da qualidade do concreto dosado em central, bem como a análise da qualidade por classe de resistência com base na avaliação dos ensaios mecânicos à compressão dos corpos de prova (CPs).

VU *et al.* (2020) e Pilz (2006) mencionam que devido a resistência à compressão ser uma propriedade adotada para o dimensionamento das estruturas, exige certo aumento da responsabilidade quanto às condições de parâmetros para aceitação ou rejeição do elemento construtivo consoante à ABNT NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018) e NBR 7212 (2012).

“O controle tecnológico do concreto trata-se de um processo que visa o registro e a garantia da conformidade ou fatos não conformes e ações corretivas dos concretos produzidos e aplicados nas obras” (BAUER, 2017, p.15). À vista disso, Gidrão e Santos (2015) reiteram a importância de garantir a segurança das estruturas como uma preocupação fundamental na construção civil.

Assim, destaca-se a relevância de se avaliar os resultados obtidos em laboratório através das disposições acerca do controle tecnológico do concreto, conforme o item 6.2.3.2 da ABNT NBR 12655 (2015), Anexo B presente na NBR 5739 (2018) e os itens 7.1, 7.2.2 da NBR 7212 (2012).

Nesse sentido, a pesquisa tem como objetivo constatar a qualidade do concreto usinado fornecido pela única central de dosagem em Açailândia-MA, por meio dos resultados de resistência à compressão axial dos CPs do estudo de caso. Serão utilizados critérios estatísticos presentes nas normas ABNT NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018) e NBR 7212 (2012) para verificar a conformidade dos resultados apresentados pela empresa concreteira.

2. Metodologia

O presente trabalho é caracterizado como pesquisa quantitativa de natureza descritiva. O estudo contempla revisão bibliográfica acerca das normas técnicas quanto ao controle de qualidade do concreto referente à sua resistência à compressão axial. As palavras chave foram selecionadas de forma a abranger diferentes aspectos das conceituações estatísticas presente nas normativas NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018) e NBR 7212 (2012).

No estudo de caso analisado, foi contratado um volume total de 250,00 m³ de concreto usinado, onde, devido à quantidade acentuada, foram realizados oito concretagens em etapas distintas. Ao todo, foram moldados 74 (setenta e quatro) corpos de prova entre 11/11/2022 a 15/02/2023, como parte da construção de um muro de arrimo na unidade do SENAC em Açailândia-MA. Todas as etapas do estudo foram acompanhadas pelo autor da pesquisa. Os

detalhes completos dessas análises estão dispostos na Tabela 1.

Etapa de concretagem	Data de moldagem dos CPs	Data de ruptura dos CPs	Número de corpos de prova	Volume concretado (m³)
E01	11/11/2022	09/12/2022	12,0	40,00
E02	24/11/2022	22/12/2022	10,0	33,00
E03	14/12/2022	11/01/2023	6,0	20,00
E04	21/12/2022	18/01/2023	14,0	47,00
E05	11/01/2023	08/02/2023	10,0	34,00
E06	18/01/2023	15/02/2023	6,0	21,00
E07	31/01/2023	28/02/2023	8,0	27,00
E08	15/02/2023	15/03/2023	8,0	28,00
TOTAL			74,0	250,00

Tabela 1 – Etapas de concretagens executadas no estudo de caso.

Fonte: O autor (2023).

Os laudos de resistência do concreto disponibilizados pela contratada, são referentes à uma obra localizada próximo à rodovia BR-222, tendo como logradouro a Rua Ipê com acesso à Av. Santa Luzia, Bairro Jardim Glória. O sistema estrutural adotado para a edificação do arrimo foi o concreto armado de 30 MPa CP II-E 32 / CVB, seixos rolados 0 e 1, *slump test* 10 ± 2 cm e aditivo *Tec-tard* 110 XR. De igual modo, cada etapa de concretagem corresponde a uma betonada, que deve atender às características mecânicas do material, solicitadas à concreteira, quanto ao volume absoluto estimado.

As atividades de amostragem, a moldagem e rompimento dos concretos foram realizados conforme a ABNT NBR 5738 (2015), NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018) e NBR 7212 (2012). Para cada etapa selecionada, foram moldados de seis a 14 (quatorze) exemplares, proporcional ao volume de concreto utilizado durante a etapa analisada. É importante ressaltar que os CPs possuem uma área de seção transversal de 78,54 cm².

Com o objetivo de verificar os resultados dos ensaios à compressão do estudo de caso, foram aplicadas as equações normativas que atestam as condições de fabricação do concreto. Conforme as normas abrangidas pelo estudo, o concreto é aceito quando a resistência estatística calculada alcança ou excede o valor especificado no projeto, resultando em sua classificação quanto à qualidade de produção do traço dosado em central. Contudo, caso os resultados sejam inferiores é fundamental que o calculista estrutural verifique os dados para as medidas corretivas necessárias.

Inicialmente, foi utilizada a Equação 1 estabelecida na ABNT NBR 12655 (2015) para realizar o controle estatístico do concreto por meio de amostragem parcial. A NBR 12655 no item 6.2.3.2 afirma que se utiliza esse controle quando são retirados exemplares de betonadas distintas,

com no mínimo 6 corpos de prova por etapa, como no presente trabalho.

A análise da resistência característica estimada pelo concreto ($f_{ck, est}$) avaliado no estudo de caso seguiu as diretrizes da norma supracitada, classificando o concreto do estudo como Grupo I (classes até C50).

$$f_{ck, est} = \left\{ 2 * \frac{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{m-1}}{m-1} - f_m \right\} \quad (1)$$

Onde:

$f_{ck, est}$ – Resistência característica estimada pelo concreto;

$m = \frac{n}{2}$ para n par e $\frac{(n-1)}{2}$ para número ímpar;

n – Número de amostras;

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_m$ – Valores das resistências dos dados, em ordem crescente.

A fim de realizar a avaliação estatística de desempenho do ensaio à compressão axial, conforme descrito no Anexo B da NBR 5739 (2018), foi empregada o uso da Equação 2. Essa equação permite obter a estimativa do desvio-padrão dentro do ensaio, tornando possível aferir a qualidade do processo produtivo do concreto usinado através das condições normatizadas. O coeficiente $d2$ da tabela B.1 adotado foi de 1,128.

$$Se = \frac{\sum_{i=1}^n Ai}{d2 \cdot n} \quad (2)$$

Onde:

Se - Desvio padrão do ensaio;

Ai - Amplitude de valores de resistência, expresso em MPa ;

$d2$ - Coeficiente em função da quantidade de corpos de prova (Tabela B.1);

n - Número de exemplares da amostra.

Após o cálculo do desvio padrão, foi possível realizar a avaliação do controle de dosagem em central para cada concretagem, conforme a metodologia descrita na NBR 7212 (2012). O item 7.1 da norma estabelece critérios de qualidade para o preparo do concreto, com base no Se do processo. Esses critérios são classificados em níveis de qualidade, onde o Nível 1 é atribuído quando o desvio padrão for menor que 3,0 (valor máximo), e o Nível 4 é atribuído quando for maior que 5,0 (valor mínimo).

A Equação 3 presente na NBR 7212 (2012), associa a resistência média do concreto sujeito à compressão (fcj), com a resistência característica empregada (fck). Dessa forma, torna-se possível observar a representação do fck quanto aos parâmetros de qualidade a ser alcançado, e o desvio padrão (Se), um fator que atenua as incertezas oriundas do processo produtivo.

$$fcj = fck + 1,65 * Se \quad fcm \geq fcj \quad (3)$$

Onde:

fcj - Resistência característica de dosagem;

fck - Resistência característica do concreto;

fcm - Resistência média obtida pelos resultados de resistência individual (fi) em MPa ;

Se - Desvio-padrão adotado para o cálculo das dosagens do concreto.

Por fim, foi empregada a Equação 4 para a avaliação da conformidade dos ensaios de resistência à compressão axial, conforme descrito na ABNT NBR 5739 (2018). Através da metodologia apresentada é possível indicar o coeficiente de variação do ensaio (CVe) em cada etapa, fundamentado no Anexo B da normativa supracitada.

Essa equação permite calcular o CVe , o qual é definido como a razão entre o desvio padrão dos resultados dos ensaios e a média das resistências dos dados amostrais.

$$CVe = \frac{Se}{f_{cm}} \cdot 100 \quad (4)$$

Onde:

f_{cm} - Resistência média dos ensaios à compressão;

CVe – Coeficiente de variação dentro do ensaio;

Se – Desvio padrão.

Em última análise, os resultados apresentados podem alternar sua classificação da qualidade de dosagem entre Nível 1 Excelente quando o $CVe \leq 3,0\%$ ao Nível 5 Deficiente quando o $CVe > 6,0\%$.

3. Resultados e discussão

No presente capítulo, serão abordadas três metodologias normativas distintas para o tratamento das amostras quanto ao controle de qualidade do concreto usinado. Serão discutidas as condições de aceitabilidade do elemento concretado e qualidade de produção do concreto dosado em central.

No Gráfico 1, estão retratados os resultados de resistência à compressão axial obtidos nas análises dos corpos de prova ensaiados no estudo de caso.

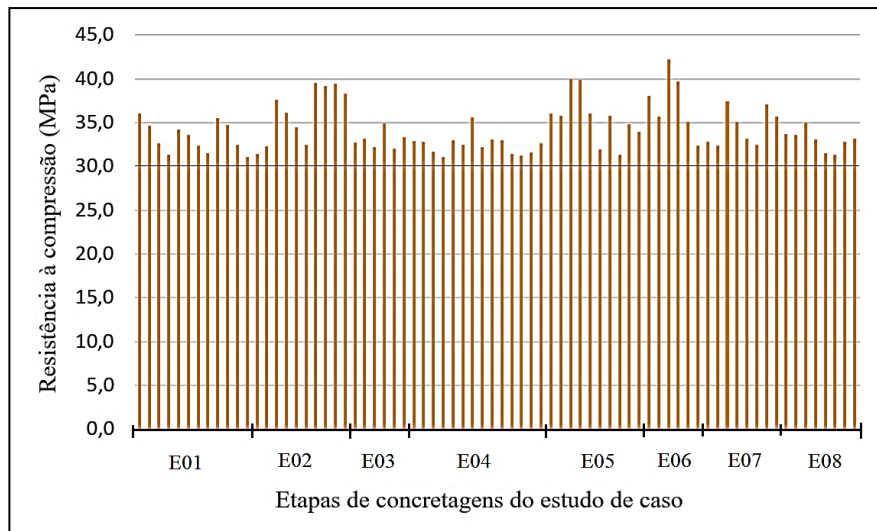


Gráfico 1 – Resistência à compressão axial dos corpos de prova após a cura de 28 dias.
Fonte: O autor (2023).

Após o tratamento dos resultados do ensaio de resistência, pode-se concluir que todos os corpos de prova apresentaram valores superiores ao contratado de 30,0 MPa (f_{ck}). O valor máximo obtido foi de 42,2 MPa presente na concretagem E06. Por outro lado, os valores mais baixos encontrados foram de 31,1 MPa das respectivas etapas E01 e E04.

Por meio do gráfico apresentado é possível verificar a dispersão das amostras em cada concretagem. Essa variação fica evidente ao observar a dissemelhança entre as amplitudes dos resultados dispostos nas concretagens E02 e E04, onde o E02 apresenta maior dispersão e o E04 menor. Os dados apresentados são corroborados ao uso da metodologia presente na NBR 12655 (2015) que afere a qualidade do traço em cada betonada.

No Gráfico 2, são apresentados os valores de controle estatístico por amostragem parcial ($f_{ck, est}$) das diferentes etapas de concretagens analisadas no estudo de caso. Esses resultados são comparados à resistência de 30,0 MPa solicitada em projeto.

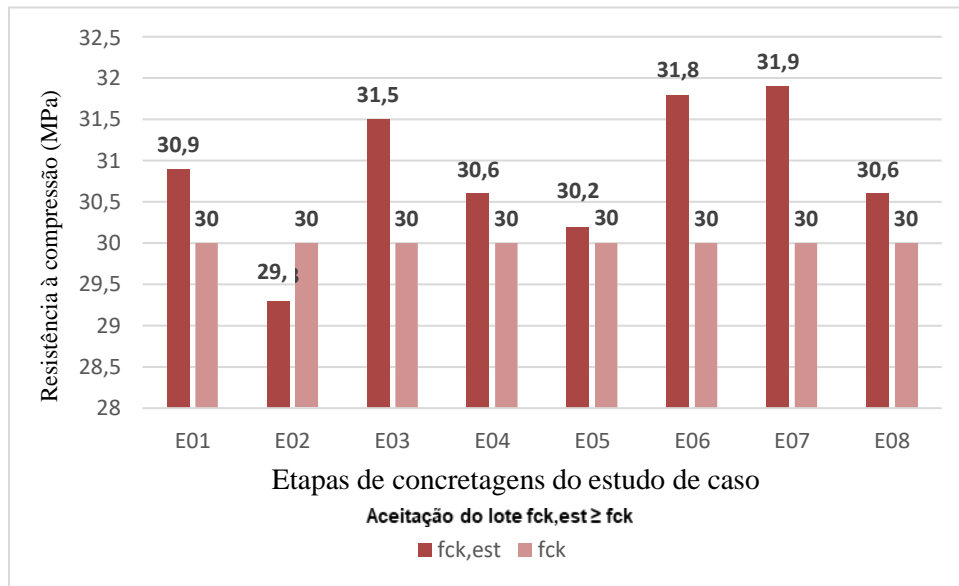


Gráfico 2 – Controle estatístico por amostragem parcial ($f_{ck,est}$) NBR 12655:2015.
Fonte: O autor (2023).

Constatou-se que 87,5% das concretagens apresentaram resultados satisfatórios ao critério de aceitação estabelecido pela ABNT NBR 12655 (2015). A condição de aceitabilidade disposta na normativa supracitada, exige que a resistência característica à compressão estimada ($f_{ck,est}$) seja superior ao valor de resistência especificado no projeto (f_{ck}).

Assim, os resultados obtidos validam a conformidade das concretagens executadas, demonstrando a eficácia dessa abordagem estatística na avaliação e garantia da qualidade do concreto empregado em diferentes projetos.

Embora parte dos resultados sejam satisfatórios, na etapa E02 foi observado um valor estimado de resistência à compressão abaixo do esperado. Essa dispersão pode ser atribuída à alta variação das resistências à compressão axial dos corpos de prova rompidos. Esse fato não representa um problema direto para a estrutura, pois todos os corpos de prova ensaiados possuíram resistências acima do valor estimado pelo calculista estrutural.

Contudo, a não conformidade, indica uma necessidade de ajuste no processo de produção a fim de obter maior regularidade do traço para com todas os corpos de prova ensaiados. Onde, deve ser assegurado que o procedimento de moldagem, coleta, transporte, cura e ensaio das amostras sejam feitos segundo a NBR 5738 (2015) e NBR 5739 (2018). É imprescindível que a resistência à compressão em todo o volume do traço possua uniformidade em seu lote amostral.

No Gráfico 3, é apresentado o desvio padrão (Se) obtido nos ensaios de compressão axial de cada etapa concretada, seguindo o Anexo B da norma NBR 5739 (2018).

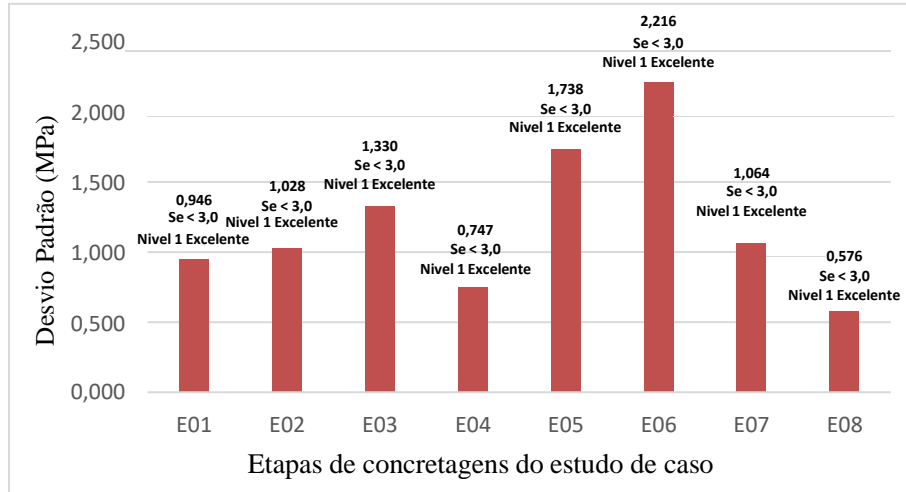


Gráfico 3 – Avaliação estatística de qualidade do concreto usinado conforme NBR 7212:2012.
Fonte: O autor (2023).

Ao analisar os resultados obtidos, foi constatado que todas as etapas de concretagens alcançaram a classificação Nível 1 Excelente estabelecido pela norma NBR 7212 (2012), com um desvio padrão inferior a 3,0 MPa presente no Anexo B da normativa avaliada.

O Gráfico 4 expressa a verificação da aceitabilidade das concretagens estudadas por meio da resistência característica de dosagem (f_{cj}), entendida como a resistência mínima exigida para atender aos requisitos de projeto conforme a norma NBR 7212 (2012). Além disso, o gráfico mostra a resistência média dos corpos de prova (f_{cm}) ensaiados em cada etapa.

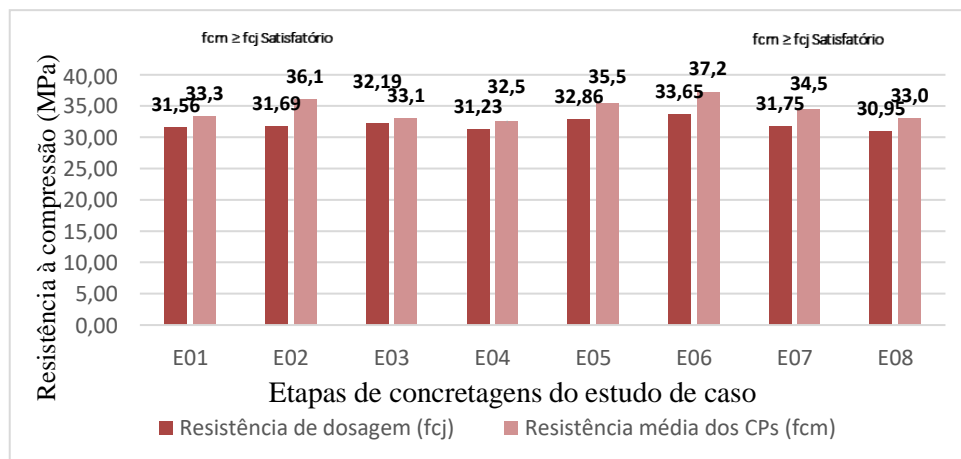


Gráfico 4 – Análise de qualidade por classe de resistência de dosagem (f_{cj}) NBR 7212:2012.
Fonte: O autor (2023).

Foi observado que todas as etapas ensaiadas apresentaram resultados de resistência característica de dosagem (f_{cj}) superiores à resistência média dos corpos de prova (f_{cm}). Esses resultados estão em conformidade com a metodologia estabelecida na norma NBR 7212 (2012) e indicam a qualidade no processo de dosagem na central, do concreto utilizado na construção estudada.

O Gráfico 5 apresenta a metodologia descrita no item B.4 do Anexo B da norma NBR 5739 (2018), onde a avaliação estabelece os requisitos para o cálculo e interpretação do coeficiente de variação no ensaio, também conhecido como CVe para as concretagens do estudo.

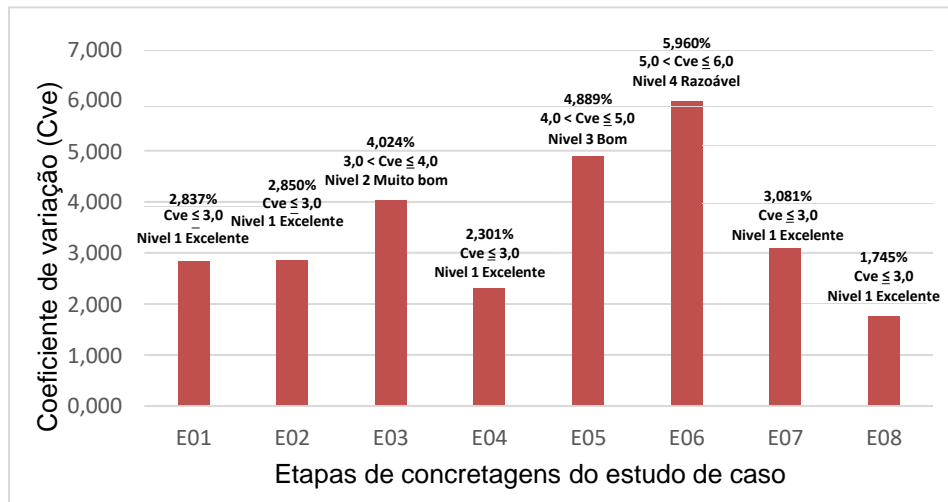


Gráfico 5 – Avaliação estatística do ensaio segundo a NBR 5739:2018 (CVe).
Fonte: O autor (2023).

Após o tratamento dos resultados para a metodologia utilizada, observou-se o cumprimento dos requisitos estabelecidos na NBR 5739 (2018). Isto é, foram registradas variabilidades relativas entre 1,745% à 5,960%. Todas as concretagens submetidas aos ensaios apresentaram resultados aceitos segundo a NBR 5739 (2018), uma vez que o CVe se manteve abaixo do Nível 5 Deficiente, definido quando o CVe é superior a 6,0%. Portanto, demonstram a conformidade das etapas ensaiadas com os critérios de qualidade estabelecidos pela norma.

4. Considerações finais

As normas ABNT NBR 12655 (2015), NBR 5739 (2018) e NBR 7212 (2012) desempenharam um papel crucial no controle estatístico dos ensaios de resistência à compressão axial dos corpos de prova avaliados. Essas normas estabeleceram requisitos técnicos para a

produção e controle do concreto, incluindo critérios mínimos de aceitação que garantem a segurança e a durabilidade da estrutura estudada.

A contribuição e relevância deste estudo estão no emprego de três metodologias diferentes para a análise estatística da qualidade do concreto dosado em central. Os CPs foram submetidos aos controles de qualidade de produção e forneceram resultados adequados, corroborando a importância das normas mencionadas.

Por fim, a análise dos resultados revelou que a maioria das etapas de concretagens analisados atendeu aos critérios de aceitação estabelecidos, demonstrando resultados conformes em relação ao requisitado em projeto. Dessa forma, fica evidenciado a confiabilidade das edificações e o incentivo do uso de concreto usinado em Açailândia-MA.

Agradecimentos

Com o fim deste ciclo acadêmico, agradeço à Deus e minha estimada orientadora pela pelo apoio preciso e valioso ao longo deste estudo. À minha querida família pelo incentivo incondicional ao longo dessa jornada acadêmica. Agradeço à universidade por proporcionar um ambiente de oportunidades que viabilizaram a realização desta pesquisa.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5738 (2015) **Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5739 (2018) **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7212 (2012) **Execução de concreto dosado em central – Procedimento.**
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 12655 (2015). **Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.**
- ALMEIDA, L. C. **Concreto.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002, p. 03.
- ALVES, A. *et al.* **Compressive strength values dispersion of side-mixed and ready-mixed concretes.** Revista IBRACON de Estruturas e Materiais [online]. 2017, v. 10, n. 05, p. 972-984.
- BAUER, R. J. F. **Concreto & Construções.** IBRACON [online]. Ed. 86, p.15, Junho, 2017.
- CASALI, A. H. G. **Análise do comportamento termomecânico em diferentes classes de concreto e com substituição de vermiculita.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, 2021.
- COUTO, J. A.; CARMINATTI, R. L.; NUNES, R. R.; MOURA, R. C. **O concreto como material de construção.** Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas v.1 p. 49-58. Sergipe, 2013.
- GIDRÃO, S. S.; SANTOS, A. C. **Ensaio à compressão do concreto – dispersão de resultados laboratoriais.** Engenharia civil UM (Braga), v.1, p.63, 2015.
- KUPFER, H., BENTUR, A., & MINDESS, S. **Concrete: Microstructure, Properties, and Materials.** McGraw-Hill Education, 2014.
- LIMA, K. M.; VIOLIN, R. Y.; VAROTO, R. A.; BERTACCHINI, G. H. **A qualidade do concreto dosado em central.** Encontro Internacional de Produção Científica XI EPCC. Maringá, 2019.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** IBRACON, São Paulo, 2008.
- MENTONE, F. J. *et al.* **Controle do concreto: histórico da normalização, evolução dos conceitos e principais aspectos da norma em vigor.** IBRACON 36 p. 735-742, Porto Alegre, 1994.
- NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto.** 5 ed. São Paulo. PINI, 2016.

OLIVEIRA, C. G. de. Fluxo de madeira na execução de construções habitacionais em concreto armado moldado no local. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz do Iguaçu, 2022.

PILZ, E. S. Produção de concreto: verificação da variabilidade da resistência à compressão do concreto em empresas construtoras da cidade de Chapecó. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

TREVISOL, C. A.; SILVA, P. R. P.; PAULA, M. M. S.; PELISSER, F. Avaliação de inibidores de corrosão para estruturas de concreto armado. Revista Matéria (Rio de Janeiro) 22, n°. 4, 2017.

VU, C.; PLÉ, O.; WEISS, J.; AMITRANO, D. Revisiting the concept of characteristic compressive strength of concrete. Construction and Building Materials, 263, 2020.