

CAMPUS PORTO VELHO CALAMA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VANESSA MALTA BARBOSA

**DESEMPENHO DO CONCRETO AUTOADENSÁVEL EM PAREDES DE
CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO*: ANÁLISE DE ENSAIOS TÉCNICOS E
IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO**

PORTO VELHO - RO

2025

VANESSA MALTA BARBOSA

**DESEMPENHO DO CONCRETO AUTOADENSÁVEL EM PAREDES DE
CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO*: ANÁLISE DE ENSAIOS TÉCNICOS E
IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao curso de Engenharia Civil, sob orientação da professora Dra. Valéria da Costa Oliveira.

PORTO VELHO - RO

2025

Barbosa, Vanessa Malta.

Desempenho do concreto autoadensável em paredes de concreto moldadas in loco: análise de ensaios técnicos e impactos na construção de um edifício / Vanessa Malta Barbosa. — Porto Velho, 2025.

59 f. : il.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Valéria Costa de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2025.

1. concreto autoadensável. 2. parede de concreto moldada in loco. 3. distribuição normal. 4. estudo de caso. 5. controle tecnológico. I. Oliveira, Valéria Costa de (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.


Bibliotecário(a) Responsável: Miria Santana Veiga, CRB-11/898

VANESSA MALTA BARBOSA


DESEMPENHO DO CONCRETO AUTOADENSÁVEL EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO*: ANÁLISE DE ENSAIOS TÉCNICOS E IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel, junto ao Curso de Engenharia Civil, sob a orientação da professora Dra. Valéria Costa de Oliveira.


Aprovado em: 05/12/2025 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO CESAR PIEROZAN**
Data: 17/12/2025 17:59:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca: Rodrigo Cezar Pierozan

Documento assinado digitalmente
 **PAOLA MUNDIM DE SOUZA**
Data: 17/12/2025 17:32:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca: Paola Mundim de Souza

Documento assinado digitalmente
 **VALERIA COSTA DE OLIVEIRA**
Data: 17/12/2025 14:08:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora: Valéria Costa de Oliveira

AOS MEUS PAIS, VALMIR E CILENE,

QUE FORAM MINHA BASE, MINHA FORÇA E
MINHA INSPIRAÇÃO.

ESTE TRABALHO É FRUTO DOS SONHOS QUE
CONSTRUÍMOS JUNTOS E DO AMOR QUE SEMPRE
ME SUSTENTOU.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me dado forças e sabedoria para enfrentar todos os desafios e por me permitir chegar até aqui, concluindo mais uma etapa importante da minha vida.

Agradeço à minha irmã Rayane e aos meus sobrinhos Luísa e Eduardo, eles juntamente com os meus pais são meus combustíveis diários e a razão para buscar ser melhor a cada dia.

Aos amigos que fiz durante o curso, tanto aos que estiveram comigo desde o início quanto aos que finalizaram esta jornada ao meu lado, dividindo choros, angústias e conquistas — sonhar junto com cada um foi um privilégio enorme.

Agradeço aos meus professores, por todos os ensinamentos e pela dedicação em compartilhar conhecimento, em especial à minha orientadora professora Valéria, que me acompanha desde o início do curso e sempre soube transmitir os melhores conselhos e orientações com paciência e sabedoria.

Agradeço ao Instituto Federal de Rondônia - *Campus* Calama e à coordenação do curso de Engenharia Civil, pela oportunidade de aprendizado e pela estrutura oferecida ao longo dessa trajetória.

Agradeço ao Grupo Investcorp pela confiança e pela autorização para realizar esta pesquisa em seu ambiente de trabalho, bem como pela disponibilização dos dados e recursos necessários. O apoio institucional foi fundamental para o desenvolvimento deste estudo e para a consolidação desta etapa acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desses anos e contribuíram para a minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo analisar o desempenho do concreto autoadensável (CAA) aplicado em um sistema de parede de concreto moldada *in loco* em um edifício residencial localizado em Porto Velho – RO, considerando o acompanhamento das etapas executivas e a avaliação dos principais ensaios tecnológicos. A pesquisa se justifica pela crescente adoção de sistemas construtivos industrializados e pela importância do controle tecnológico na garantia da qualidade das estruturas de concreto. O CAA destaca-se pela elevada fluidez, facilidade de moldagem e capacidade de adensamento sem vibração, embora apresente sensibilidade a variações produtivas e ambientais. A fundamentação teórica abordou os princípios do sistema de parede de concreto, as características do CAA e os fatores que influenciam seu desempenho no estado fresco e endurecido. Também foram discutidos conceitos estatísticos fundamentais, como distribuição normal, média, desvio-padrão e resistência característica, utilizados na interpretação dos resultados de resistência à compressão axial. A metodologia incluiu o registro das etapas construtivas por meio de fluxograma e imagens, além da identificação de etapas críticas relacionadas ao uso do CAA, como variações de umidade dos agregados, inconsistências na fluidez, influência do clima e organização logística. Foram analisados também os resultados dos ensaios de resistência nas idades de 16 ± 4 horas, 7 dias e 28 dias, tratados estatisticamente por meio de gráficos de distribuição normal. Os resultados mostraram que o CAA apresentou desempenho satisfatório e compatível com as exigências de projeto. Apesar da maior dispersão na idade inicial, a resistência média superou os valores mínimos para desforma. Nas idades de 7 e 28 dias, as curvas de distribuição apresentaram maior concentração em torno da média, indicando homogeneidade do lote e evolução adequada da resistência. Conclui-se que o uso do CAA no sistema de parede moldada *in loco* é tecnicamente viável, desde que acompanhado de rigoroso controle de materiais, planejamento adequado e monitoramento contínuo das condições de execução.

Palavras-chave: concreto autoadensável; parede de concreto moldada *in loco*; distribuição normal; estudo de caso; controle tecnológico.

ABSTRACT

This Final Course Project aimed to analyze the performance of self-compacting concrete (SCC) applied in a cast-in-place concrete wall system in a residential building located in Porto Velho, Brazil, through the monitoring of construction activities and the evaluation of the main technological tests. The study is justified by the growing adoption of industrialized construction systems and the importance of technological control to ensure the quality of concrete structures. SCC stands out for its high fluidity, ease of molding, and self-compaction capacity without vibration, although it is sensitive to production and environmental variations. The theoretical framework addressed the principles of concrete wall systems, the characteristics of SCC, and the factors influencing its performance in the fresh and hardened states. It also discussed essential statistical concepts, such as normal distribution, mean, standard deviation, and characteristic strength, which support the interpretation of compressive strength test results. The methodology included documenting the construction stages through a flowchart and photographic records, as well as identifying critical steps related to the use of SCC, such as variations in aggregate moisture, inconsistencies in fluidity, climatic influence, and logistical organization. The compressive strength results at 16 ± 4 hours, 7 days, and 28 days were analyzed using normal distribution graphs to evaluate data dispersion and lot homogeneity. The results showed that SCC demonstrated satisfactory performance compatible with project requirements. Despite higher dispersion at the initial age, the average strength exceeded the minimum values required for formwork removal. At 7 and 28 days, the distribution curves showed greater concentration around the mean, indicating lot uniformity and adequate strength development. It is concluded that the use of SCC in cast-in-place concrete wall systems is technically viable, provided that rigorous material control, proper planning, and continuous monitoring of execution conditions are ensured.

Palavras-chave: self-compacting concrete; cast-in-place concrete wall; normal distribution; case study; technological control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Molde Cone de Abrams.....	22
Figura 2.2 - Classes do Índice de estabilidade visual (IEV).....	24
Figura 2.3 - Curva de Gauss para resistência à compressão do concreto.....	28
Figura 2.4 - Fluxograma representando a metodologia.....	29
Figura 4.1 – Fluxograma das etapas construtivas do sistema de parede de concreto moldada in loco.....	32
Figura 4.2 – Montagem da fundação (Radier).....	33
Figura 4.3 – Marcação de gabarito para as fôrmas.....	34
Figura 4.4 – Levantamento das telas de paredes.....	34
Figura 4.5 – Instalações elétricas e hidráulicas que serão embutidas nas paredes.....	35
Figura 4.6 – Montagem e fechamento das fôrmas da parede.....	35
Figura 4.7 – Escoramento e travamento feito com esquadros.....	36
Figura 4.8 – Montagem e fechamento das fôrmas da parede.....	36
Figura 4.9 – Passagens de tubulações elétricas e hidráulicas no teto.....	37
Figura 4.10 – Ensaio e montagem dos corpos de prova.....	37
Figura 4.11 – Concretagem.....	38
Figura 4.12 – Desforma.....	38
Figura 4.13 – Estucagem e regularização com gesso.....	39
Figura 4.14 - Slump Flow realizado na obra.....	40
Figura 4.15 – Slump Flow com concreto na fluidez adequada.....	41
Figura 4.16 – Laje com fissuras devido à retração do concreto.....	42
Figura 4.17 – Concreto com Índice de Estabilidade Visual classificado como Estável.....	43
Figura 4.19 – Gráfico de distribuição normal para idade de 7 dias.....	46
Figura 4.20 – Gráfico de distribuição normal para idade de 28 dias.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Média e desvio padrão do ensaio de Resistência à compressão às 16h ± 4, 7 e 28 dias.....	42
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Cronograma de Execução da Pesquisa.....	24
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA	Concreto Autoadensável
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
Fck	Resistência característica do concreto à compressão
MPa	Mega Pascal
RC	Resíduos de Construção
TR	Traço de Referência
SF	<i>Slump Flow</i>
IEV	Índice de Estabilidade Visual
CP	Corpo de Prova
h	horas
Fc	Resistência do concreto à compressão
Fcm	Resistência média do concreto à compressão
Sd	Desvio Padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 Objetivo geral.....	13
1.1.2 Objetivo específico.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Considerações básicas sobre pré-moldados.....	14
2.2 Parede de concreto moldada in loco.....	14
2.3 Requisitos e Procedimentos segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022) - Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações.....	15
2.4 Tipos de Fôrmas.....	17
2.4.1 Fôrmas de Alumínio.....	17
2.5 Tipos de Concreto para paredes moldadas in loco.....	18
2.5.1 Concreto autoadensável.....	19
2.5.2 Dosagem.....	20
2.5.3 Ensaios.....	21
2.6 Processo Construtivo em Paredes de Concreto Moldadas no Local.....	24
2.7 Análise Estatística.....	25
3 METODOLOGIA.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 Etapas construtivas do sistema de parede de concreto moldada in loco.....	30
4.2 Etapas críticas relacionadas ao uso do concreto autoadensável.....	37
4.2.1 Materiais.....	37
4.2.2 Produção.....	39
4.2.3 Planejamento e logística de execução.....	40
4.3 Desempenho do concreto autoadensável no estado fresco e endurecido.....	40
5 CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE A - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO EM CADA IDADE.....	51

1 INTRODUÇÃO

Os avanços da tecnologia na construção civil tem se tornado essencial, pois visam atender as altas demandas por produtividade, qualidade e sustentabilidade. Entre essas tecnologias, o uso de parede estrutural se destaca por sua agilidade de execução, redução na falha de concretagem e melhoria no acabamento das superfícies.

O sistema de parede de concreto moldada *in loco* consiste na execução simultânea das paredes e lajes estruturais de um pavimento, utilizando fôrmas modulares reaproveitáveis que permitem a concretagem em ciclos repetitivos. Essa solução construtiva se destaca pela padronização dos elementos e significativa redução de prazos, sendo amplamente adotada em empreendimentos habitacionais de médio e grande porte.

A incorporação do concreto autoadensável (CAA) nesse sistema tem potencializado ainda mais seus benefícios, sobretudo pela eliminação da necessidade de vibração durante o adensamento. O CAA é definido pela NBR 15823 (ABNT, 2017) como sendo um tipo de concreto capaz de se autoadensar utilizando o seu peso próprio, apresenta elevada fluidez e capacidade de preenchimento completo das fôrmas, mesmo em estruturas com geometrias complexas e alta densidade de armaduras, sem que haja segregação ou a necessidade de compactação mecânica.

Esse material foi desenvolvido inicialmente no Japão, para melhorar a qualidade e a durabilidade das estruturas, reduzindo falhas de execução e aumentando a produtividade. Essas propriedades são alcançadas por meio de ajustes na dosagem, com a utilização de aditivos superplastificantes de alta eficiência, controle rigoroso da granulometria dos agregados e, em muitos casos, o uso de adições minerais.

Este trabalho tem como foco, o estudo da aplicação do concreto autoadensável no sistema construtivo de parede de concreto moldada *in loco*, por meio da análise de um estudo de caso realizado em um edifício residencial, localizado na cidade de Porto Velho – RO. A pesquisa concentra-se no acompanhamento do processo construtivo da estrutura, com ênfase nos ensaios tecnológicos realizados no concreto nos estados fresco e endurecido.

O período analisado compreende os meses de maio a julho de 2025, com registros técnicos e fotográficos que documentam as etapas de execução e os procedimentos de controle de qualidade do material. Essa delimitação permite avaliar, na prática, o desempenho e a aplicabilidade do concreto autoadensável em sistemas moldados no local, contribuindo para o entendimento dos desafios e benefícios desse método construtivo no contexto da construção civil atualmente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o desempenho do concreto autoadensável aplicado em sistemas de parede de concreto moldada *in loco* de um edifício em Porto Velho - RO, por meio do acompanhamento dos processos construtivos e da avaliação dos principais ensaios tecnológicos.

1.1.2 Objetivo específico

Os objetivos específicos são:

- Descrever as etapas construtivas do sistema de parede de concreto moldada *in loco* quando utilizadas em obras verticais.
- Identificar as etapas críticas relacionadas ao uso do concreto autoadensável no processo construtivo de um edifício residencial executado com sistema de parede de concreto moldada *in loco*.
- Analisar o desempenho do concreto autoadensável aplicados no estado fresco e endurecido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O referencial teórico deste trabalho busca apresentar os fundamentos técnicos e normativos relacionados ao uso do concreto autoadensável no sistema de parede de concreto moldada *in loco*, amplamente utilizado em edificações residenciais. Por meio da revisão de literatura, são discutidos aspectos construtivos relevantes, como os requisitos normativos, o uso de fôrmas industriais, os tipos de concreto aplicáveis e as características estruturais envolvidas nesse método executivo, assim como considerações sobre o processo construtivo e o controle tecnológico do concreto, visando dar embasamento à análise do estudo de caso apresentado.

2.1 Considerações básicas sobre pré-moldados

Os pré-moldados se apresentam de uma forma vantajosa para o setor da construção civil, uma vez que garantem otimização dos espaços produtivos dos canteiros de obras. Conforme Vasconcelos (2002), os primeiros elementos pré-moldados surgiram nos primórdios do concreto armado, que foi primeiramente executado fora da obra. Compreende-se que o método foi uma forma de otimizar o sistema da construção civil desde o início da história, realizada com vários tipos de materiais, de acordo com Barbosa (2022).

No Brasil, segundo Vasconcelos (2002), a primeira grande obra noticiada com a utilização do sistema de pré-moldados foi a do hipódromo da Gávea, no Rio de Janeiro, em 1926, executada pela construtora dinamarquesa Christiani-Nielsen. Definido conforme a NBR 9062 (ABNT, 2017) como sendo “elemento moldado previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura”. Enquanto o elemento de concreto armado moldado *in loco* necessita de montagem de armaduras e fôrmas previamente ao lançamento de concreto na peça estrutural, além das etapas de cura e desforma em prazos pré-estabelecidos em projetos de engenharia.

Os edifícios que empregam pilares e vigas moldados *in loco* ou pré-moldados, a depender do projeto, utilizam o sistema de vedação em alvenarias. Por outro lado, de acordo com Lopes (2016), com o avanço tecnológico, surgiu como alternativa, pelos seus projetos padronizados e a execução em conjunto dos elementos estruturais, o sistema de parede de concreto moldada *in loco*.

2.2 Parede de concreto moldada *in loco*

Como definição, dada pela NBR 16055 (ABNT, 2022), a parede de concreto é um “elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que cinco vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano de parede”.

Seolin (2017) traz que o sistema construtivo permite um planejamento da obra mais detalhado, como consequência, evita tantos imprevistos e possibilita a diminuição da mão-de-obra. Uma de suas principais características é a capacidade de apresentar uma estrutura de parede e laje de até um pavimento inteiro, após apenas uma única etapa de concretagem, a depender do projeto e da quantidade de fôrmas (Góes, 2013).

Dentre os benefícios deste método destacam-se a agilidade na execução, redução de custos e resíduos, aumento da qualidade e segurança no canteiro, bem como melhor organização geral, conforme apontam Lopes (2016) e Oliveira Silva (2022). Em condições adequadas, é possível concluir um pavimento de quatro apartamentos em aproximadamente uma semana, restando apenas a etapa de regularização.

Por outro lado, Corsini (2012) traz como algumas limitações desse método maior suscetibilidade à retração do que os convencionais, não pode haver remoção de paredes e a manutenção de sistemas elétricos e hidráulicos são mais complexos. Possui também baixa flexibilidade arquitetônica, necessidade de mão de obra qualificada, controle de qualidade específico, pois qualquer erro durante a execução pode gerar retrabalhos e esses são de um grau de dificuldade e custos muito altos.

Um dos principais desafios está na necessidade de compatibilização total dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidrossanitário antes do início da obra, visto que o sistema não permite alterações posteriores sem prejuízos técnicos e financeiros. Portanto, é essencial atender aos critérios definidos na NBR 16055:2022, que direciona a utilização do método de parede de concreto moldada no local na edificação.

2.3 Requisitos e Procedimentos segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022) - Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações

A norma NBR 16055 (ABNT, 2022) apresenta diretrizes técnicas para garantir o desempenho adequado da estrutura, considerando a precisão executiva, controle tecnológico e segurança estrutural, abrangendo desde o projeto até a execução e aceitação das obras, servindo como referencial para a adoção segura e eficiente do sistema construtivo.

Estabelece os requisitos mínimos para o uso do sistema de parede de concreto moldada *in loco* na construção de edificações com fôrmas removíveis. Seu objetivo é garantir que todas as etapas atendam aos critérios técnicos de desempenho, segurança e durabilidade. É aplicável a edificações de múltiplos pavimentos, sejam elas residenciais, comerciais ou institucionais, abrangendo orientações relacionadas ao planejamento, materiais, controle tecnológico, critérios de aceitação e condições de uso do sistema.

A NBR 16055 (ABNT, 2022) traz os requisitos gerais de projeto para garantir a qualidade da estrutura, como já citado anteriormente, de forma que em cada ciclo de construção, todas as paredes são moldadas e concretadas em uma única etapa, sendo que após a desforma, os vãos de portas e janelas já estejam prontos. Todas as instalações, sejam de elétrica, hidráulica e outros embutidos na parede, devem passar pela aprovação do projetista estrutural, para não haver o comprometimento do sistema construtivo.

A estrutura deve ser projetada e construída de tal modo a resistir todas as ações que tenham um efeito considerável sobre ela, desde o processo de construção até o seu uso final, com um sistema que seja adequado para a função especificada para a edificação, com o dimensionamento e as verificações dos elementos estruturais e com os materiais especificados conforme o mesmo.

A espessura mínima de parede com até 3 metros de altura a ser executada segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022) é de 10 cm. No entanto, permite-se a utilização de espessura de parede de 8 cm em edificações de até dois pavimentos. Onde se tem uma altura de parede maior, deve-se utilizar a espessura mínima $h/30$.

A fim de prevenir possíveis fissuras, deve-se levar em conta a necessidade da colocação de juntas verticais, que podem ocorrer por “variação de temperatura, retração, variação brusca de carregamento e variação da altura ou espessura da parede” (ABNT, NBR 16055, 2022). Outro tópico importante da norma citada, trata do sistema das fôrmas, definido como: “[...] composto por estruturas provisórias, cujo objetivo é moldar o concreto fresco. É compreendido por painéis de fôrmas, escoramento, apuradores e andaimes, incluindo seus apoios, bem como pelas uniões entre os diversos elementos.”.

O sistema deve ser produzido de modo que atenda resistência a ações a que possa ser submetido, considerando “ações ambientais, carga da estrutura auxiliar e outras” (ABNT, NBR 15696, 2009). Além disto, deve possuir rigidez suficiente para que as tolerâncias, especificadas em projeto, sejam atendidas e assegurar a integridade da estrutura de acordo com a NBR 15696 (ABNT, 2009). O formato, funcionalidade e aparência da estrutura não devem ser afetadas devido a qualquer problema nas fôrmas.

O material a ser utilizado para a execução das fôrmas deve atender aos requisitos necessários e às normas do produto aplicado. Se usadas de forma apropriada, pode-se reutilizar várias vezes a mesma fôrma. Entretanto, após muitos usos, deve-se verificar as suas características e principalmente a capacidade de resistência. A escolha adequada do tipo de fôrma a ser utilizada nesse sistema é de extrema importância para a garantia de qualidade no produto final.

2.4 Tipos de Fôrmas

São utilizados diversos tipos de fôrmas no sistema de paredes de concreto moldadas *in loco*, sendo classificados principalmente conforme o material de fabricação e a capacidade de reutilização. Cada tipo de fôrma possui características técnicas específicas que influenciam diretamente na viabilidade econômica, no acabamento final e na logística de execução. Entre os modelos mais empregados destacam-se as fôrmas plásticas, mistas e metálicas.

As fôrmas plásticas, são placas e chapas fabricadas em plástico reciclado com o travamento de peças metálicas. Destacam-se pela leveza, facilidade de manuseio e montagem simples, podendo ser operadas por equipes reduzidas e sem a necessidade de equipamentos pesados. Indicadas para obras de pequeno e médio porte, ou com menor número de repetições por pavimento, devido ao seu custo inicial acessível e boa capacidade de reaproveitamento.

Segundo Souza e Fernandes (2015), esse tipo de sistema de fôrmas é formado por módulos intercambiáveis em tamanhos diversos, com encaixe tipo macho e fêmea, promovendo a racionalização do processo construtivo que resulta na redução do tempo de execução e de custos com mão de obra qualificada e materiais. Apesar de não apresentarem a mesma durabilidade das fôrmas metálicas, as plásticas oferecem vantagens logísticas e contribuem para um canteiro mais limpo e eficiente.

As fôrmas mistas combinam estrutura metálica com painéis de madeira compensada que ficam em contato direto com o concreto. Buscam equilibrar custo, rigidez e adaptabilidade em projetos, podendo ser modificada de acordo com as dimensões. Vieira, Silva e Goliath (2021) descrevem como desvantagens a grande geração de resíduos e também o fato das fôrmas não apresentarem boa produtividade e durabilidade em comparação com as metálicas, por exemplo.

As fôrmas metálicas mais usuais são as de alumínio, por apresentarem maior resistência e leveza, são amplamente utilizadas em obras com grande repetitividade, como empreendimentos habitacionais verticais. Possuem alta durabilidade, o que permite a reutilização em diversos ciclos, reduzindo o custo por uso ao longo do tempo.

2.4.1 Fôrmas de Alumínio

São fôrmas que possuem o peso de aproximadamente 20 kg/m², segundo Lopes (2016), o que facilita o seu transporte e manuseio. A quantidade de vezes a ser utilizada depende do ambiente em que foi empregada e a sua manutenção. Os painéis podem ter modulações de até 80 cm, com variações de múltiplos de 5 e, alturas de até 2,30 m.

Para que se atenda os requisitos da NBR 15696 (ABNT, 2009), como estanqueidade e a geometria esperada da peça, necessita-se do uso de acessórios de travamento, que nesse caso também são metálicos, sendo posicionados pela mão-de-obra responsável pela montagem. Os acessórios são: pinos, cunhas, faquetas ou gravadas, alinhadores, escoras, esquadros e outros.

Esse tipo de fôrma também permite um acabamento superficial uniforme e de alta qualidade, desde que o concreto a ser utilizado possua características compatíveis com o sistema. Isso porque a competência das fôrmas, especialmente no que se refere à preenchimento completo dos moldes e preservação das armaduras, está diretamente relacionada à consistência e à fluidez do concreto empregado.

Dessa forma, a escolha do tipo de concreto deve considerar as particularidades do sistema de fôrmas adotado, uma vez que as propriedades como trabalhabilidade, segregação e coesão são determinantes para o desempenho da estrutura e para a racionalização do processo executivo.

2.5 Tipos de Concreto para paredes moldadas *in loco*

Embora a NBR 16055 (ABNT, 2022) não defina quais os tipos de concretos a serem utilizados no sistema de parede de concreto moldada *in loco*, apresenta alguns requisitos a atender, pois as paredes são altas, esbeltas e utilizam uma alta densidade de armaduras, o que dificulta o emprego do concreto convencional que possui característica de alta consistência aferida por meio do *slump test*. Desta forma, observa-se que o concreto utilizado deve apresentar boa fluidez, coesão e trabalhabilidade.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2008) existiam quatro tipos de classes de concretos a serem utilizados no sistema de parede estruturais, porém, com o avanço das pesquisas e novos estudos, como a criação de novas normas, têm-se a classificação de novos concretos que podem ser utilizados no sistema de parede de concreto moldada *in loco*, tal como o concreto celular é um material leve e poroso, obtido pela introdução controlada de aditivo incorporador de ar na massa de concreto ainda fresca, resultando em um produto com baixa densidade e boas propriedades térmicas e acústicas. Possui uma norma própria aplicada ao seu uso no sistema apresentado, a NBR 17071 (ABNT, 2022), que traz que a sua utilização neste método construtivo é limitado a edificações de até dois pavimentos e deve possuir um F_{ck} de no mínimo 5 MPa. O intervalo da primeira adição de água ao concreto-base até o final de lançamento do concreto estrutural não pode ultrapassar 2h30min e não pode haver interrupções maiores que 30 min.

Outro exemplo é o concreto com agregados leves, que é um tipo especial de concreto no qual se substitui total ou parcialmente os agregados graúdos convencionais por agregados de menor densidade. De acordo com Santos (2021), os agregados leves possuem como característica principal a sua elevada porosidade, com isso, uma massa específica mais baixa. Os agregados naturais são obtidos de jazidas, como: diatomita, pedra-pomes, escória, cinzas vulcânicas e tufos. Muitos também são produzidos de maneira artificial, já que a maioria dos naturais são difíceis de se encontrar, segundo Neville (2016, *apud* Santos, 2021). O concreto deve apresentar um F_{ck} mínimo de 17 MPa.

Também pode ser utilizado o concreto superfluido, que é um tipo de concreto que apresenta alta trabalhabilidade e fluidez, obtida principalmente pelo uso de aditivos superplastificantes, o que permite seu fácil lançamento e adensamento. Apesar de sua elevada fluidez, pode ainda necessitar de adensamento mecânico leve para garantir o completo preenchimento das fôrmas, diferindo assim do concreto autoadensável, que se adensa por gravidade sem vibração (Souza, 2023). São caracterizados assim os concretos que possuem abatimento de mais de 220 mm, após isso, deve-se passar por ensaios de caracterização da NBR 15823-1 (ABNT, 2017), para ser definido como concreto autoadensável ou não.

O concreto autoadensável que é um material capaz de se autoadensar, fluir sobre as fôrmas e armações sem precisar de nenhum tipo de vibração. Sua tecnologia permite que durante todo o processo desde a usinagem se for o caso, até o lançamento do seu produto, o mesmo permaneça com sua homogeneidade e não apresentando segregação. O F_{ck} mínimo para a execução de concreto autoadensável nesse tipo de sistema é de 25 MPa. Dentre as opções é a escolha mais indicada para o método construtivo, pois pode chegar a altas resistências comparado aos outros tipos apresentados.

Nesses concretos apresentados, a incorporação de microfibras, pode ocorrer e é indicada, pois segundo a ABCP (2013), pois, possibilitam reduzir a retração do concreto. Neste sentido a NBR 16055 (ABNT, 2022) cita as fibras poliméricas, álcali-resistentes com comprimento entre 12mm e 20mm e também indica o uso de concreto autoadensável com baixa retração.

2.5.1 Concreto autoadensável

Definido pela NBR 15823 (ABNT, 2017) como sendo “concreto capaz de fluir, autoadensar pelo seu peso próprio, preencher a fôrma, passar pelos seus embutidos, enquanto mantém sua homogeneidade nas etapas de mistura, transporte e lançamento”, o concreto autoadensável surgiu como uma tecnologia inovadora no âmbito da construção civil.

Deve ser classificado de acordo com as propriedades requeridas na norma para o estado fresco, que são: possuir boa fluidez e escoamento, que é verificado através do ensaio de espalhamento; viscosidade plástica aparente, através do ensaio de funil V; habilidade passante, verificado através do ensaio de anel J, caixa L ou caixa U; resistência à segregação, podendo ser realizado pela coluna de segregação ou pelo método da peneira.

Frangueli (2024) traz como algumas vantagens desse tipo de concreto “permitir grande variedade de fôrmas e dimensões; permitir concretagem em peças de seções reduzidas; elimina barulho de vibração; aumenta a durabilidade, uma vez que é fácil de adensar, evitando assim falhas de concretagem; entre outros”. As obras modernas são muito mais complexas do que eram há anos, com isso exige-se um material que se adapte melhor a elas e a necessidade de um concreto que apresente em seu estado fresco uma baixa consistência segundo Ely e Rohden (2017, *apud* Perin, 2024) .

Outra vantagem que vem sendo observada no CAA é que, devido a sua alta necessidade de finos, há o incentivo da utilização de resíduos industriais como adição de minerais ou até mesmo como substituição parcial de agregados e, isso ajuda a diminuir o impacto ambiental (Calesco, 2022).

Rocha e Colling (2021) tiveram como resultado em sua pesquisa, um valor satisfatório de resistência à compressão com um traço que tinha 40% (TR40) de adição de Resíduos de Construção (RC) comparada com um traço referência (TR) do CAA. Aos 56 dias, a resistência do TR40 ultrapassou o valor que o TR entregou de 55 MPa.

Estudos comparativos mostram que, em obras verticais, o CAA aumentou a produtividade da mão de obra em mais de 60%, diminuiu o número de operários em 42,5% e reduziu os equipamentos necessários em 50% (Costa e Cabral, 2019). Estudos de caso no Brasil indicam redução de até 38% no tempo de concretagem e 22% de aumento de produtividade em canteiros (Obra, 2017). No entanto, o desempenho superior do CAA só é possível graças a uma dosagem criteriosa, capaz de equilibrar as propriedades do concreto tanto no estado fresco quanto no estado endurecido.

2.5.2 Dosagem

A dosagem do concreto consiste na definição das proporções ideais entre os materiais que o compõem, como o cimento, agregados miúdos e graúdos, água, adições minerais e aditivos químicos. Embora o CAA e o concreto convencional utilizem os mesmos materiais, o que os distingue de forma significativa é a proporção em que esses materiais são empregados na dosagem (Aslani; Nejadi, 2012).

Essa diferença é essencial para garantir que o CAA atenda aos requisitos mantendo a qualidade, a homogeneidade e o desempenho da mistura durante todas as etapas da concretagem. Em sistemas industrializados, como o utilizado no método parede de concreto, é fundamental que o traço apresente estabilidade ao longo do processo de lançamento, evitando patologias relacionadas à segregação ou porosidade.

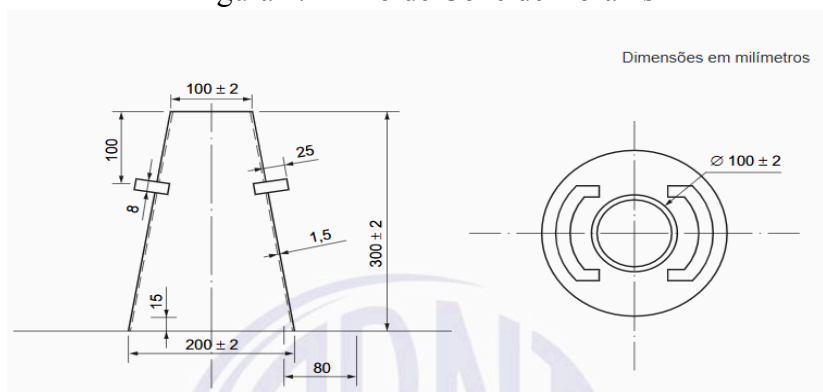
Um dos principais diferenciais da dosagem do CAA é o maior teor de materiais finos, geralmente utiliza-se uma quantidade maior que 420 kg/m^3 do concreto, que inclui tanto o cimento quanto as adições minerais, como a sílica ativa, a cinza volante ou o metacaulim (Perin, 2024). Não há uma normativa para a execução de dosagem do concreto autoadensável, mas existem vários estudos de métodos, inclusive brasileiros que hoje são referências (Duarte, et.al., 2022).

2.5.3 Ensaios

A NBR 15823-1 (ABNT, 2017) nos apresenta os parâmetros que o concreto autoadensável deve atender e os ensaios que podem ser realizados para verificar os mesmos, como já citado no tópico 2.5.1. Os parâmetros de caracterização dos concretos autoadensáveis são a fluidez do concreto em fluxo livre, através do ensaio *Slump Flow*, índice de estabilidade visual, que nos mostra se o concreto apresenta boa coesão e, se a resistência mínima é atingida, através do ensaio de resistência à compressão axial.

O *Slump Flow* (SF) é realizado utilizando o cone de Abrams, que é um molde confeccionado em chapa metálica de 1,5 mm de espessura, com forma de tronco de cone com 300 mm de altura e bases abertas, sendo a inferior com 200 mm e a superior com 100 mm de diâmetro interno, conforme cita a NBR 15823-2 (ABNT, 2017). Deve possuir alças, de acordo com a Figura 2.1.

Figura 2.1 - Molde Cone de Abrams



Fonte: NBR 15823-2 (ABNT, 2017).

Utiliza-se também uma placa de apoio do molde, executada em chapa metálica quadrada de no mínimo 900 mm de lado, com espessura de pelo menos 1,5 mm. Uma régua metálica, de no mínimo 1000 mm de comprimento e um complemento tronco-cônico metálico e adaptável à base superior do molde. A primeira etapa antes da realização do ensaio é nivelar a placa-base na superfície onde será realizado, limpar e umedecer o molde internamente e também a placa. Posiciona-se o molde sobre o centro da placa-base.

Com a amostra de concreto obtida da betoneira, deve-se preencher o cone de Abrams segurando-o pelas suas alças de forma que fique firme sobre a placa sem ultrapassar o tempo de 2 min após a coleta. O preenchimento é realizado de forma contínua e firme sem a necessidade de adensamento até a parte do complemento cônico.

Ao final do preenchimento, deve-se retirar o complemento e remover o excesso de concreto da superfície com o auxílio de uma colher de pedreiro respaldando-a. Faz-se também a limpeza da placa-base, para que não fique nenhum resíduo de concreto. Logo após, é feita a desmoldagem, levantando-se de forma cuidadosa o molde pelas alças, na direção vertical, em velocidade constante em um tempo não superior a mais ou menos 3 s.

Todo o processo de preenchimento e desmoldagem deve ser efetuado em um tempo de no máximo 1 min. Após a retirada do cone, espera-se o concreto alcançar o seu estado de repouso aparente, para em seguida, retirar duas medidas perpendiculares entre si do diâmetro de espalhamento do concreto, sendo a média aritmética das duas o resultado do ensaio de espalhamento. O Índice de estabilidade visual (IEV) também representa um método de obtenção do espalhamento e é determinado visualmente pela análise do concreto logo após o escoamento.

Neste ensaio observa-se a distribuição dos agregados graúdos na mistura, a distribuição da argamassa ao longo do perímetro e a possível ocorrência de exsudação, que é quando a água não entra na argamassa. As classes de IEV são apresentadas no Quadro 2.1, onde apresenta-se os valores e os critérios para avaliar qualitativamente a estabilidade do CAA.

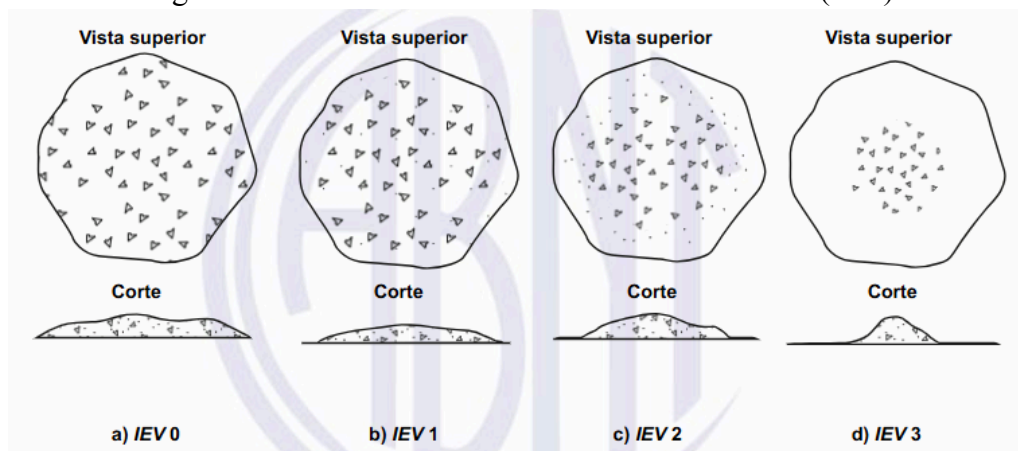
Quadro 2.1 – Cronograma de Execução da Pesquisa

Classe	IEV
IEV 0 (Altamente estável)	Sem evidência de segregação ou exsudação
IEV 1 (Estável)	Sem evidência de segregação e leve exsudação
IEV 2 (Instável)	Presença de pequena auréola de argamassa (≤ 10 mm) e/ou empilhamento de agregados no centro do concreto
IEV 3 (Altamente instável)	Segregação claramente evidenciada pela concentração de agregados no centro do concreto ou pela dispersão de argamassa nas extremidades (auréola de argamassa > 10 mm)

Fonte: NBR 15823-2 (ABNT, 2017)

A Figura 2.2 mostra as vistas de Classes do Índice de estabilidade visual (IEV).

Figura 2.2 - Classes do Índice de estabilidade visual (IEV)



Fonte: NBR 15823-2 ABNT, 2017

A resistência à compressão axial é determinada conforme a NBR 5739 (ABNT, 2018), que utiliza corpos de prova (CP) cilíndricos de concreto para as devidas moldagens dos concretos, além disto necessita de prensa, pratos de compressão e paquímetro.

Para os casos de ensaios de laboratórios, uma máquina classe 1 ou de categoria melhor, sendo que a máquina deve permitir o ajuste da distância entre os pratos de compressão antes do ensaio, com deslocamentos que superem a altura do corpo de prova em no mínimo 15 mm, deve ser equipada com dois pratos de compressão.

O prato inferior deve ser removível, para permitir a manutenção das condições da superfície, devem ter suas superfícies paralelas entre si, não podendo apresentar espessura menor que 10 mm ou 10% do maior diâmetro do corpo de prova. Enquanto o prato superior deve ser provido de articulação, tipo rótula esférica. O diâmetro desta rótula deve ser no mínimo o diâmetro do corpo de prova.

Os CPs são moldados de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015) e devem permanecer em processo de cura úmida ou saturada até a idade de ensaio, nas condições preconizadas. Antes da execução do ensaio, deve-se preparar a base dos corpos de prova.

O ensaio se inicia determinando o diâmetro a ser utilizado para o cálculo da área transversal, realizando a média de dois diâmetros medidos ortogonalmente na metade da altura do corpo de prova e a sua altura que é medida sobre o seu eixo longitudinal. Os CPs devem ser rompidos à compressão em uma dada idade especificada, os que forem moldados de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015), sua idade é contada a partir do momento da moldagem.

As idades em que são realizados os ensaios são: 24h, 7 dias e 28 dias. No caso do CAA utilizado em sistemas de parede de concreto, alguns ensaios são realizados com 16h para obter o valor da resistência e saber se é possível iniciar o processo de desforma. Antes de iniciar o ensaio, é necessário que as faces do CP estejam limpas e secas antes de serem colocadas em posição.

O CP deve ser centralizado cuidadosamente no prato inferior, observando-se o sentido de moldagem. A escala de força escolhida para o ensaio deve ser suficiente para que a força de ruptura do corpo de prova ocorra no intervalo em que foi calibrada a máquina. O carregamento deve ser aplicado de forma contínua e sem choques, com a velocidade de carregamento constante durante todo o ensaio de $0,45 \pm 0,15$ MPa/s. O carregamento só se encerra quando houver uma queda de força que indique a ruptura do corpo de prova.

2.6 Processo Construtivo em Paredes de Concreto Moldadas no Local

O processo construtivo em paredes de concreto moldadas no local exige um alto grau de planejamento e controle técnico. Por se tratar de um sistema industrializado, cada etapa é cuidadosamente sequenciada e deve seguir rigorosamente os procedimentos definidos em projeto, de forma a garantir a precisão geométrica e a qualidade estrutural e estética das paredes.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2013) traz algumas orientações das etapas que devem ser seguidas para a melhor execução do sistema. O início se dá a partir da fundação, geralmente do tipo radier, que proporciona uma base nivelada para a instalação das fôrmas. Com o radier pronto e curado, realiza-se a etapa de marcação do gabarito, utilizando espaçadores plásticos circulares que são fixados diretamente no concreto com pinos. Esses elementos funcionam como guias para garantir o correto alinhamento e posicionamento das paredes, conforme a modulação prevista em projeto.

Na sequência, posiciona-se as telas soldadas, que compõem as armaduras das paredes, essa montagem inclui os recortes previamente definidos para janelas e portas, bem como as armaduras de canto e reforços adicionais em pontos críticos. Com as telas devidamente instaladas, executa-se a passagem das instalações elétricas e hidráulicas embutidas, como caixas de passagem, eletrodutos e tubulações, que devem ser perfeitamente fixadas, uma vez que não será possível realizar cortes após a concretagem.

Paralelamente, faz-se a preparação das fôrmas, que devem estar separadas, limpas e prontas para uso. Antes de sua montagem, aplica-se o desmoldante de forma uniforme sobre suas superfícies internas, com o objetivo de facilitar a desforma e preservar o acabamento do

concreto. A fixação das fôrmas é realizada com o auxílio de pinos e cunhas, complementada por alinhadores verticais e horizontais.

Para as lajes, o processo inicia-se com a instalação de escoramentos inferiores, seguido da colocação das fôrmas, das telas soldadas e das instalações, obedecendo também as marcações de projeto. Com todos os elementos montados, realiza-se uma verificação minuciosa de prumo, nível e alinhamento, corrigindo-se eventuais desvios, em seguida, é feita a limpeza geral do ambiente, removendo qualquer material solto que possa interferir no processo de concretagem.

A concretagem pode ser realizada com concreto usinado autoadensável, que deve chegar ao canteiro de obras por caminhões betoneira. No local, faz-se a dosagem do aditivo superplastificante, conforme o traço especificado no projeto e, a mistura é homogeneizada no próprio caminhão. Antes do lançamento, executa-se o ensaio de espalhamento (*slump flow*) para verificar se o concreto atende aos requisitos de trabalhabilidade, coesão e o índice de estabilidade visual (IEV) definidos.

Aprovado o ensaio, inicia-se o lançamento do concreto, que deve ser contínuo, com prioridade para os cantos e em direções opostas, de forma a evitar bolsões de ar e garantir o preenchimento completo das fôrmas. Primeiramente, concretam-se as paredes e, em seguida, as lajes, respeitando a sequência de lançamento prevista. Finalizado o processo, é aplicada uma cura química com agente líquido, que forma uma película superficial e auxilia no controle da retração e no ganho de resistência inicial.

Em cada pavimento, é comum que a concretagem ocorra em duas etapas, permitindo maior controle e organização da obra. A desforma ocorre, em geral, após 24 horas, podendo ser antecipada para um intervalo entre 12 e 14 horas, desde que o concreto tenha atingido a resistência mínima prevista em projeto. Após a retirada das fôrmas, estas são limpas imediatamente para permitir sua reutilização na próxima etapa.

Finalizada toda a estrutura em concreto, inicia-se o processo de estucagem e regularização das superfícies, quando necessário. As instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas são então concluídas, com a passagem da fiação, instalação de quadros elétricos, e execução do contrapiso e assentamento de revestimentos cerâmicos, dando início à fase final de acabamentos da edificação.

2.7 Análise Estatística

A análise estatística constitui uma ferramenta essencial na interpretação de resultados experimentais, especialmente em materiais que apresentam variação natural de propriedades,

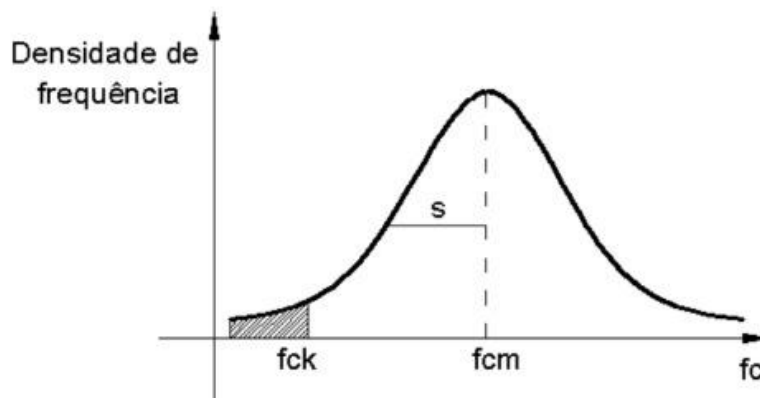
como o concreto. De acordo com Brito (2023), o gerenciamento da qualidade do produto, juntamente com o auxílio de métodos estatísticos, fornece resultados cruciais que mantêm a conformidade com as normas específicas e minimizam custos. Esta abordagem auxilia na manutenção, na aceitação ou rejeição de uma qualidade que foi definida previamente.

Em estudos que envolvem a avaliação da resistência do concreto à compressão (F_c), o emprego de métodos estatísticos é indispensável para compreender o comportamento do material e quantificar sua variabilidade. Segundo Fusco (2008, *apud* Daccache, 2023), a resistência do concreto é uma grandeza aleatória, sujeita a variações espaciais e temporais decorrentes de fatores de produção, lançamento e cura. Dessa forma, é comum que em um mesmo lote ensaiado se encontre valores diversos, com isso a importância de avaliar a dispersão dos dados por meio de análise estatísticas.

O uso da análise estatística em ensaios de resistência tem como principal objetivo avaliar a confiabilidade dos resultados e a qualidade do processo de produção. Ainda que a resistência média da amostra (F_{cm}) seja uma estimativa aceitável da amostra como um todo, ela não contempla todas as condições de variabilidade da resistência, com isso faz-se necessário o uso de desvio padrão (S_d) referente a n exemplares de amostras e apresentado em MPa (Daccache, 2023).

A distribuição normal é amplamente utilizada na análise dos resultados de resistência à compressão do concreto por representar, de forma aproximada, o comportamento real observado em diversos lotes ensaiados. Após um ensaio com muitos corpos-de-prova, pode ser realizado um gráfico com os resultados obtidos de F_c *versus* quantidade de CPs de determinada idade de F_c . Com esses resultados gera-se a conhecida Curva Estatística de Gauss ou Curva de Distribuição Normal para a resistência à compressão do concreto (Pinheiro, 2007). A Figura 2.3 nos mostra como se comporta uma Curva de Distribuição Normal para resistência à compressão do concreto.

Figura 2.3 - Curva de Gauss para resistência à compressão do concreto



Fonte: Pinheiro, 2007

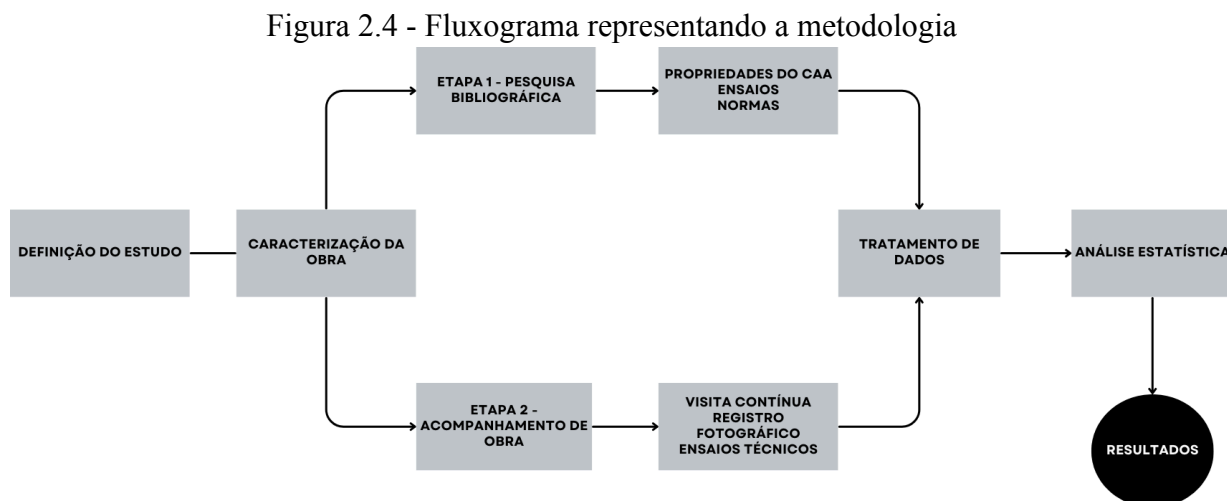
A curva de Gauss nos dá dois valores de grande importância: a resistência média do concreto à compressão (F_{cm}) e a resistência característica do concreto à compressão em cada conjunto de ensaios (F_{ck}). O valor de F_{cm} é obtido através da média aritmética do conjunto e é empregado para achar o F_{ck} mediante a equação 1:

$$F_{ck} = F_{cm} - 1,65 S_d \quad (1)$$

S_d corresponde ao desvio padrão dos resultados de resistência à compressão, parâmetro estatístico que representa a dispersão dos valores em relação à média, indicando o grau de variabilidade das amostras analisadas. Conforme explica Pinheiro (2007), o valor de 1,65 corresponde a quantidade de 5%, que significa que apenas 5% dos corpos-de-prova possuem valores $F_c < F_{ck}$. Assim, o F_{ck} pode ser entendido como a resistência à compressão cuja probabilidade de não ser atingida por corpos de prova de um mesmo lote é de apenas 5%.

3 METODOLOGIA

A Figura 2.4 ilustra o fluxograma da metodologia do estudo, permitindo uma visão geral e sequencial das etapas que serão detalhadas a seguir.



Fonte: Próprio autor (2025)

Este trabalho configurou-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e quantitativa, com foco em um estudo de caso realizado em um edifício residencial multifamiliar de cinco pavimentos, em fase de construção na cidade de Porto Velho, estado de Rondônia.

A obra integrou a primeira fase de um empreendimento composto por três torres, cada uma com vinte unidades habitacionais, totalizando sessenta apartamentos nesta etapa inicial. O projeto inseriu-se em um contexto urbano de expansão habitacional, voltado à oferta de moradias de padrão econômico, adotando o sistema construtivo de parede de concreto moldada *in loco* como solução estrutural e executiva.

A escolha da edificação como objeto de estudo decorreu da aplicação prática do concreto autoadensável em larga escala, o que permitiu a análise direta de seu desempenho em condições reais de obra. A padronização dos projetos favoreceu a coleta sistemática de dados e transformou o empreendimento em um cenário propício para a investigação técnica proposta.

A pesquisa organizou-se em duas etapas principais: pesquisa bibliográfica e acompanhamento técnico da obra. A primeira consistiu em um levantamento teórico abrangente sobre as propriedades do concreto autoadensável, tanto no estado fresco quanto no endurecido, o sistema construtivo de paredes moldadas *in loco*, tipos e sistemas de fôrmas, equipamentos utilizados, procedimentos de lançamento e os principais ensaios técnicos normatizados. Como fontes, utilizaram-se normas técnicas nacionais e internacionais, artigos

científicos, dissertações, manuais técnicos e publicações especializadas da construção civil, com foco em paredes produzidas com concreto autoadensável moldadas *in loco*.

Na segunda etapa, o trabalho acompanhou a execução estrutural do edifício, observando diretamente as atividades de concretagem da torre, desde o lançamento do concreto até os procedimentos de controle tecnológico. Esse acompanhamento incluiu o registro em diário de campo e a elaboração de relatório fotográfico com imagens das etapas de concretagem, preparação das fôrmas, realização dos ensaios e evolução da execução da estrutura.

As visitas à obra ocorreram de forma contínua ao longo da construção dos pavimentos, permitindo a coleta de dados atualizados e representativos. No estado fresco, o ensaio técnico acompanhado correspondeu ao *Slump Flow* e o Índice de Estabilidade Visual, realizados no canteiro de obras assim que o caminhão betoneira chegou ao local, por empresa especializada contratada pela construtora. O primeiro ensaio avaliou a fluidez e a autoadensabilidade do concreto, enquanto o segundo avalia a estabilidade do concreto visualmente, apresentando segregação ou exsudação.

Durante o lançamento, a inspeção visual verificou a trabalhabilidade, observando a facilidade de escoamento do concreto, o preenchimento das fôrmas e a ausência de segregação ou obstruções. No estado endurecido, o ensaio avaliado correspondeu à resistência à compressão axial, com rompimento dos corpos de prova moldados na obra e ensaiados em laboratório às $16h \pm 4h$, 7, e 28 dias, conforme o cronograma do controle tecnológico.

A empresa terceirizada moldou os corpos de prova no local da concretagem e os transportou para laboratório certificado, garantindo a rastreabilidade dos dados. Os resultados organizaram-se em planilhas e representaram-se por meio de gráficos e tabelas, permitindo a análise da evolução das resistências e do desempenho mecânico do concreto ao longo do tempo.

Para representar o comportamento do CAA no estado endurecido, o estudo empregou gráficos construídos a partir da análise de distribuição normal, permitindo avaliar a variabilidade das resistências em diferentes idades e a aderência dos resultados aos valores esperados para o material. A análise dos dados foi realizada a partir dos resultados de resistência à compressão obtidos nos ensaios de rompimento dos corpos de prova, fornecidos pelo laboratório responsável.

Ao todo, foram analisadas 94 amostras, sendo retirados seis corpos de prova de cada betonada, com duas amostras destinadas a cada idade de ensaio. Para a idade de $16 h \pm 4 h$, foram consideradas apenas 82 amostras, uma vez que alguns corpos de prova apresentaram

intervalos de rompimento fora do limite previamente estabelecido. Após a organização e separação dos dados por idade, determinou-se a resistência média por meio do cálculo da média aritmética dos resultados. Em seguida, foi calculado o desvio padrão das amostras e, a partir desses valores, aplicou-se a Equação 1 para a obtenção da resistência característica correspondente a cada idade de ensaio. Essa abordagem permitiu estabelecer uma base comparativa consistente e alinhada ao escopo do presente estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A presente seção apresenta e discute os resultados obtidos a partir do estudo de caso realizado em um edifício residencial executado com sistema de parede de concreto moldada *in loco*. As análises foram estruturadas de acordo com os objetivos específicos estabelecidos, contemplando inicialmente a descrição das etapas construtivas observadas, seguida da identificação das etapas críticas relacionadas ao uso do concreto autoadensável durante a execução das paredes, e, por fim, a avaliação do desempenho do material nos estados fresco e endurecido.

4.1 Etapas construtivas do sistema de parede de concreto moldada *in loco*

O fluxograma apresentado na Figura 4.1 sintetiza a sequência executiva adotada na obra, desde a preparação inicial da fundação até as fases finais de estucagem e acabamento. A organização visual permite compreender de forma clara a lógica do processo construtivo, evidenciando o encadeamento das atividades.

Figura 4.1 – Fluxograma das etapas construtivas do sistema de parede de concreto moldada *in loco*.



Fonte: Próprio autor (2025)

Algumas etapas representadas serão ilustradas a seguir por suas respectivas imagens obtidas durante a execução na obra, outras estão sendo apenas descritas, pois não houveram registros fotográficos.

1. Fundação (Radier)

A Figura 4.2 apresenta a etapa de fundação em radier a partir das montagens das fôrmas perimetrais que asseguram o nivelamento e a contenção do concreto durante a concretagem, logo após, a instalação das tubulações de infraestrutura hidráulica. Observa-se também a armação distribuída sobre a área do pavimento térreo, juntamente com a marcação dos arranques para que o gabarito seja feito da forma correta e também a finalização das instalações de infraestrutura.

Figura 4.2 – Montagem da fundação (Radier)



- a) Início da montagem de armação do radier;
- b) Instalação de tubulações hidrossanitárias embutidas na fundação;
- c) Radier preparado para receber concretagem

Fonte: Próprio autor (2025)

2. Marcação do Gabarito

Conforme ilustrado na Figura 4.3, após a conclusão do radier iniciou-se a marcação de gabaritos das fôrmas, na imagem pode-se observar os arranques que foram deixados juntamente com as armações do radier e os espaçadores que são fixados na fundação com auxílio de uma pistola e que servem para delimitar a medida das paredes.

Figura 4.3 – Marcação de gabarito para as fôrmas



Fonte: Próprio autor (2025)

3. Posicionamento das telas

Com as marcações de gabaritos prontas, é realizado o posicionamento das telas das paredes, que são feitas de acordo com o projeto estrutural, respeitando a bitola das telas e também os reforços de janelas, portas e onde mais estiver indicado. Juntamente com o levantamento das telas é colocado os espaçadores de parede, observável na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Levantamento das telas de paredes



Fonte: Próprio autor (2025)

4. Instalações (Elétrica e Hidráulica)

Em continuidade às etapas, a seguir do posicionamento das telas, libera-se para que as instalações que serão embutidas nas paredes sejam feitas, a equipe de elétrica entra para as passagens de tubulações, caixinhas e quadros de distribuição, juntamente com a equipe de hidráulica que faz as instalações de tubulação de dreno de ar-condicionado, chuveiros e outros, conforme ilustra a Figura 4.5.

Figura 4.5 – Instalações elétricas e hidráulicas que serão embutidas nas paredes.



- a) Quadros de distribuição, caixas de tomadas e eletrodutos
 b) Drenos de ar-condicionado

Fonte: Próprio autor (2025)

5. Limpeza e Preparo das fôrmas

Durante a montagem das telas, em paralelo realiza-se a limpeza das fôrmas após cada etapa de concretagem e também a aplicação de desmoldante.

6. Montagem das fôrmas (Paredes)

Depois das instalações serem feitas, a equipe da montagem já inicia o seu fechamento, normalmente, inicia-se por algum cômodo específico, pela parte interna, depois é feito o fechamento pela parte externa. Utiliza-se os pinos e cunhas que servem para travar as fôrmas entre si. Na Figura 4.6 é possível observar esta etapa sendo realizada.

Figura 4.6 – Montagem e fechamento das fôrmas da parede



- a) Montadores realizando o travamento das fôrmas com pinos e cunhas;
 b) Fôrmas de paredes montadas;
 c) Fôrmas dos quartos e banheiros sendo montadas pelo lado interno.

Fonte: Próprio autor (2025)

7. Escoramento e travamentos

Com as fôrmas das paredes fechadas, é feito o travamento com os pinos, alinhadores e também o escoramento para a etapa posterior ser realizada. Abaixo, na Figura 4.7, é possível ver os alinhadores que são colocados tanto na parte interna como externa das paredes.

Figura 4.7 – Escoramento e travamento feito com esquadros



- a) Escoramento da laje;
- b) Alinhadores em forma de esquadro no fosso do elevador;
- c) Alinhadores nas paredes externas.

Fonte: Próprio autor (2025)

8. Montagem das fôrmas (Lajes)

Com as paredes finalizadas, é iniciada a montagem das fôrmas das lajes, normalmente feita logo após a finalização de um cômodo. Coloca-se as fôrmas e em seguida as escoras, para posterior montagem das telas das lajes, conforme mostra a Figura 4.8.

Figura 4.8 – Montagem e fechamento das fôrmas da parede

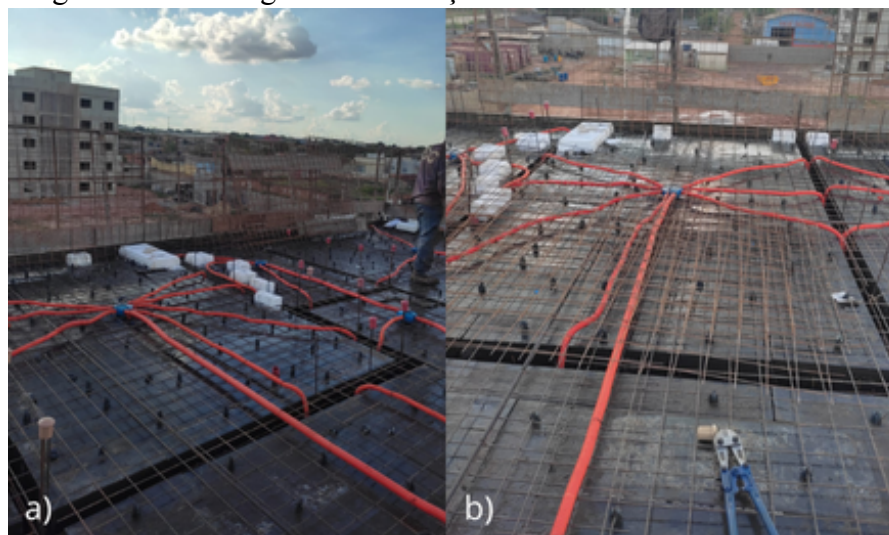


- a) Escoramento da laje;
- b) Posicionamento das telas da laje.

Fonte: Próprio autor (2025)

Com as fôrmas das lajes prontas, a equipe de elétrica e hidráulica retornam, para que seja deixada as passagens de tubulações e as tubulações de elétrica e caixinhas de teto, como mostra a Figura 4.9.

Figura 4.9 – Passagens de tubulações elétricas e hidráulicas no teto

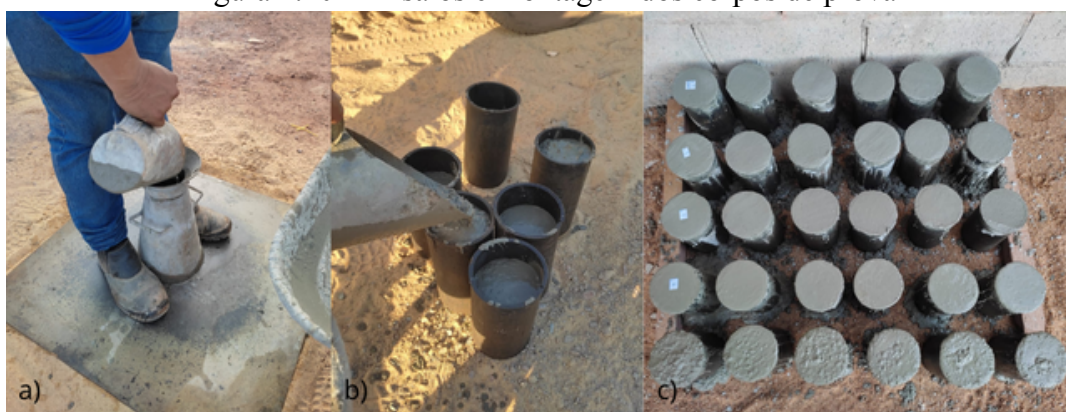


a) e b) Tubulações de elétrica e passagens de hidráulica;
Fonte: Próprio autor (2025)

9. Ensaios e CPs

Quando o concreto chega na obra, é realizado o ensaio de *Slump Flow* e também a moldagem de 6 (seis) corpos de prova para cada betonada, conforme mostra a Figura 4.10.

Figura 4.10 – Ensaios e montagem dos corpos de prova



a) Ensaio de *Slump Flow*, realizado com o molde cone de Abrams;
b) Moldagem os corpos de prova;
c) Corpos de prova de cada betonada após os ensaios.

Fonte: Próprio autor (2025)

10. Concretagem

A concretagem se inicia pelas paredes, faz-se um cômodo, depois é feito do lado oposto e, quando já está quase todas as paredes completas, vêm-se preenchendo a laje. Na Figura 4.11 nota-se essas etapas sendo feitas.

Figura 4.11 – Concretagem



- a) Concretagem sendo iniciada pelas paredes;
b) Concretagem das lajes.

Fonte: Próprio autor (2025)

11. Desforma

A desforma é realizada com pelo menos 12 horas após a concretagem, a depender da resistência do concreto que deverá atender a 3 MPa, resistência mínima definida no projeto. Abaixo, na Figura 4.12 é possível observar os montadores realizando a desforma e também o ambiente todo desformado.

Figura 4.12 – Desforma



- a) Desforma das paredes e lajes;
b) Paredes e lajes desformadas.

Fonte: Próprio autor (2025)

12. Estucagem e regularização

A estucagem é realizada após a desforma e retiradas das faquetas, que são utilizadas nos espaços entre as fôrmas e quando retiradas, acaba deixando um buraco, por isso, faz-se necessário a estucagem. Logo após, é feita uma regularização interna, que no caso do estudo

em questão foi feito com gesso, para poder receber os acabamentos. A Figura 4.13 nos mostra o processo de estucagem e regularização realizados no edifício.

Figura 4.13 – Estucagem e regularização com gesso



- a) Estucagem realizada nos espaços deixados pelas faquetas;
 b) Regularização interna com gesso.

Fonte: Próprio autor (2025)

13. Acabamentos

Após a etapa de regularização, o empreendimento está pronto para receber pintura, contrapiso, piso cerâmico, peitoris, louças, janelas e portas entre outros. Nesta pesquisa não se obteve registros desta etapa, pois, ao fim da mesma, o edifício ainda não tinha entrada na fase de acabamentos.

4.2 Etapas críticas relacionadas ao uso do concreto autoadensável

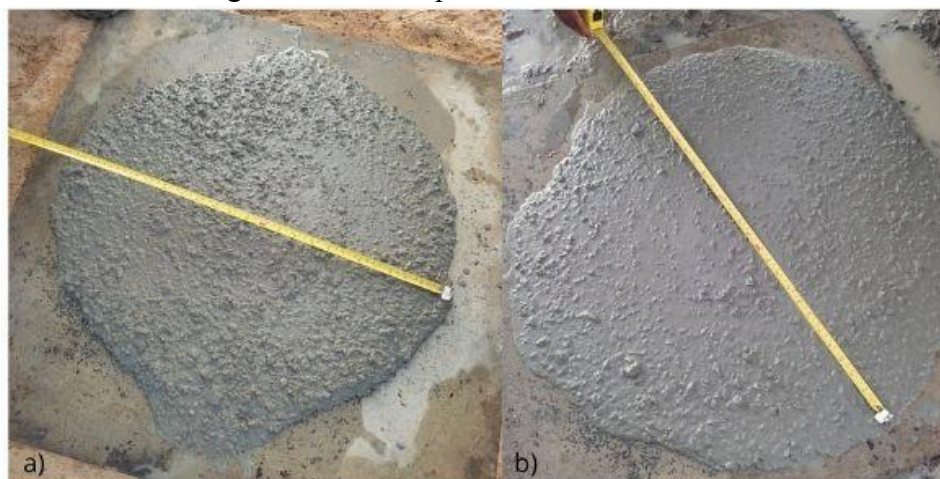
Durante a execução do edifício residencial em estudo, observou-se que o uso do CAA exigiu atenção especial em determinadas etapas do processo construtivo. As variações nas propriedades dos materiais, na produção e no planejamento de execução mostraram-se fatores determinantes para o desempenho do sistema de parede moldada *in loco*. A seguir, são apresentadas as principais etapas consideradas críticas e as ocorrências verificadas na obra.

4.2.1 Materiais

Entre as etapas analisadas, o controle dos materiais utilizados na produção do CAA apresentou influência significativa sobre a fluidez e a estabilidade do concreto. Em algumas concretagens, observou-se que o material chegava à obra excessivamente fluido, enquanto em outras ocasiões apresentava-se mais seco e com menor capacidade de escoamento, exigindo

correções por meio da adição de aditivo superplastificante. Na Figura 4.14 podemos observar algumas dessas situações.

Figura 4.14 - *Slump Flow* realizado na obra



a) *Slump Flow* com concreto aparentemente mais seco;

b) *Slump Flow* com concreto aparentemente mais fluido

Fonte: Próprio autor (2025)

Segundo informações da concreteira responsável pelo fornecimento, essas variações estavam relacionadas principalmente à umidade elevada da areia e à presença de pó nos pedriscos, fatores que alteraram a relação água/materiais sólidos efetiva. Brito (2023) aponta que é crucial que a qualidade da matéria-prima seja garantida na execução do concreto tal como a dosagem e a mistura desses materiais, pois, é ineficiente realizar o controle de produção somente nas etapas finais de concretagem, sem levar em consideração a qualidade e uniformidade da matéria-prima.

Aguiar (2018) cita que uma dosagem inadequada pode se dar em decorrência de vários fatores, inclusive a deficiência do controle de umidade dos agregados. A Figura 4.15 nos mostra como é um concreto com fluidez adequada.

Figura 4.15 – *Slump Flow* com concreto na fluidez adequada.



Fonte: Próprio autor (2025)

Após feito os ajustes de umidade e a limpeza dos pedriscos, notou-se melhora significativa na trabalhabilidade do concreto, que passou a atingir o *Slump Flow* desejado de forma mais estável e com menor necessidade de correção na dosagem *in loco*.

4.2.2 Produção

A etapa de produção também se mostrou crítica para a manutenção da uniformidade do concreto. A central responsável pela dosagem realizou o controle do traço conforme os parâmetros estabelecidos em projeto, porém, variações de temperatura ambiente e de umidade relativa do ar influenciaram o comportamento do concreto no transporte e no lançamento.

Um episódio relevante ocorreu quando uma das concretagens foi realizada em horário atípico, às 10h da manhã, enquanto o habitual era iniciar o processo a partir das 15h, período escolhido para evitar as temperaturas mais elevadas da região. Essa alteração resultou em um concreto que apresentou fissuras superficiais acentuadas na laje, associadas à perda de água por evaporação acelerada e retração plástica. A Figura 4.16, nos mostra como estava a laje 24h após a concretagem.

Figura 4.16 – Laje com fissuras devido à retração do concreto.



Fonte: Próprio autor (2025)

De acordo com Tecnosil (2022, *apud* Frangueli, 2024), a retração plástica é o tipo de retração mais comum que ocorre no concreto, onde se dá processo de exsudação, que ocorre um pouco antes do início da pega ou do endurecimento, alguns fatores que levam a desencadear essa situação são: ventos fortes, baixa umidade relativa do ar e exposição excessiva ao calor, que foi o que ocorreu no dia desta concretagem.

Após esse evento, manteve-se o procedimento padrão de concretagem no período da tarde, o que evitou a reincidência do problema. Houve um acompanhamento nesta laje, se haveria abertura de trincas ou se as fissuras iriam passar para a parte inferior, porém, foi constatado que só houveram fissuras na parte superior.

4.2.3 Planejamento e logística de execução

Outro ponto crítico observado no processo foi relacionado à disponibilidade de mão de obra especializada e à logística de fornecimento de materiais. Houve períodos de atraso nas concretagens em função da dificuldade de encontrar profissionais experientes na montagem de fôrmas, além da substituição de parte da equipe, o que impactou diretamente o ritmo de execução e o intervalo entre as etapas.

Adicionalmente, registraram-se atrasos no fornecimento de materiais específicos do sistema de parede de concreto, que não são facilmente encontrados na região. A logística de transporte também apresentou desafios, uma vez que a região possui acesso longínquo para recebimento de cargas pesadas e volumosas. Conforme aponta Borges (2025), uma gestão de logística eficiente colabora de forma favorável para a produtividade do canteiro de obras e reduz retrabalhos provocados por atrasos. Esses fatores evidenciam a importância do

planejamento antecipado e da coordenação entre fornecedores, equipe técnica e cronograma de obra, especialmente em sistemas construtivos industrializados que dependem de precisão e continuidade nas etapas.

4.3 Desempenho do concreto autoadensável no estado fresco e endurecido

Observou-se que, embora os desafios encontrados na dosagem dos materiais em algumas betonadas e na execução do concreto autoadensável aplicado ao sistema analisado, não houveram resultados fora dos parâmetros projetados. A seguir, os resultados dos ensaios realizados *in loco* e no laboratório contratado estarão sendo discutidos.

No estado fresco, conforme citado no tópico 3, foram analisados os parâmetros de estabilidade e espalhamento, por meio dos ensaios de Slump Flow e IEV, que nos permitiu observar as ocorrências citadas nos tópicos 4.2.1, onde o concreto em algumas betonadas veio com alta fluidez o que é visível quando realizado este ensaio. Em outras situações também ocorreu do concreto apresentar pequena exsudação, porém sem segregação, como mostra a Figura 4.17, onde o mesmo foi classificado como Estável (Classe 1).

Figura 4.17 – Concreto com Índice de Estabilidade Visual classificado como Estável



Fonte: Próprio autor (2025)

Já no estado endurecido, os resultados obtidos foram organizados em gráficos e tabelas, analisados segundo a curva de distribuição normal (Curva de Gauss), o que permitiu identificar a dispersão dos dados em torno da média e avaliar a homogeneidade das amostras ensaiadas. Essa análise estatística foi fundamental para compreender o comportamento do CAA frente às variações observadas durante a execução e validar a eficiência do controle tecnológico adotado na obra.

Os dados utilizados para a execução da distribuição normal foram retirados do Apêndice A e estão a seguir na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Média e desvio padrão do ensaio de Resistência à compressão às 16h ± 4, 7 e 28 dias

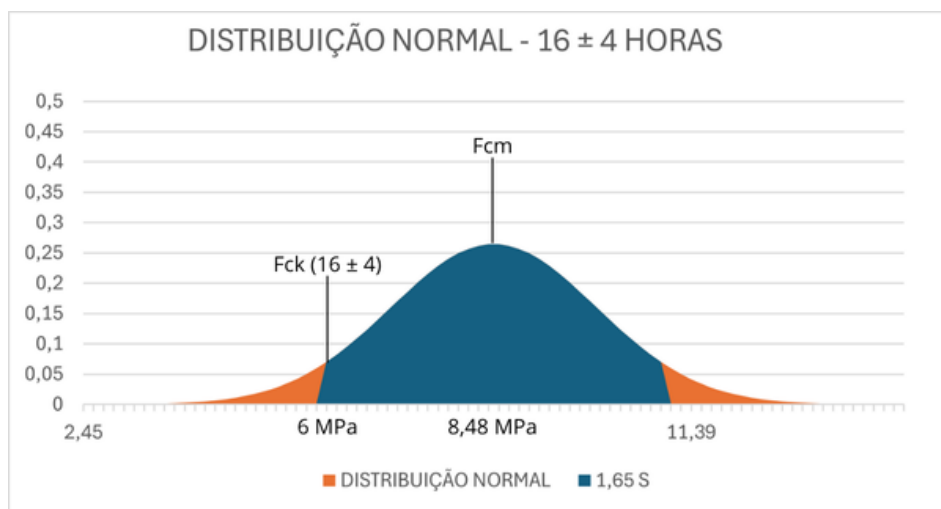
Dias	Fcm (MPa)	Desvio Padrão (Sd)	Fck (MPa)
0,67 (16 ± 4h)	8,48	1,51	6
7	22,17	0,98	20,56
28	27,33	0,90	25,85

Fonte: Próprio autor (2025)

A partir dos valores apresentados na Tabela 4.1, foram gerados os gráficos que ilustram a distribuição dos resultados segundo o modelo da Curva de Gauss. Esses gráficos possibilitam observar o alinhamento dos dados ao comportamento estatístico esperado, bem como avaliar a uniformidade do concreto produzido ao longo das diferentes idades de ensaio. Como aponta Aguiar (2018), a distribuição normal é considerada a que mais se adapta ao controle estatístico da resistência à compressão do concreto.

Na Figura 4.18, tem-se o gráfico gerado com os dados da resistência à compressão na idade de 16h ± 4h, onde observa-se um gráfico com o “sino” mais achatado e uma distribuição mais dispersa, devido às instabilidades do concreto nas primeiras horas de moldagem. A resistência do concreto se eleva com o passar do tempo por consequência da hidratação dos anidros do cimento e ao avanço do processo de cristalização. Esse processo é mais intenso até os 28 dias, tornando-se gradualmente mais lento após esse período (Castro, 2009).

Figura 4.18 – Gráfico de distribuição normal para idade de 16 ± 4 h



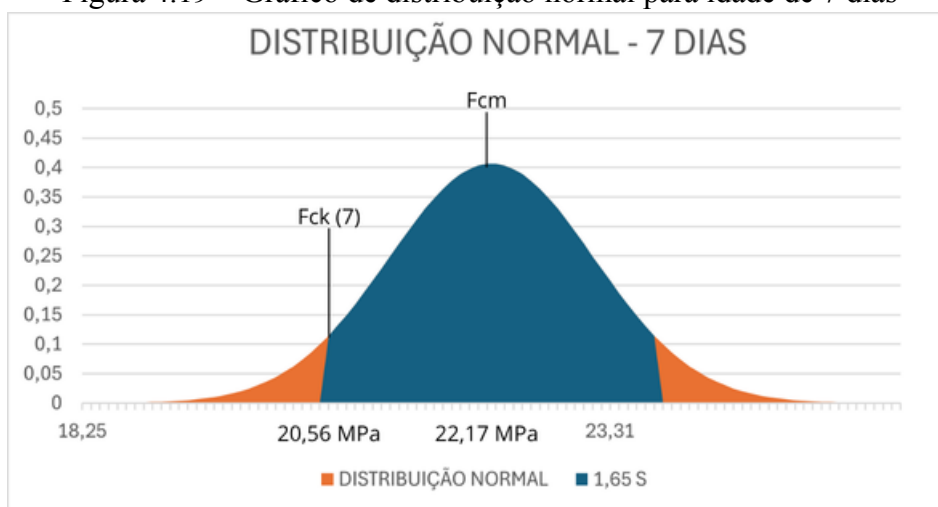
Fonte: Próprio autor (2025)

O desvio padrão nesta idade também contribuiu para um gráfico com menor densidade de frequência, pois, se mostrou elevado comparado às outras idades, como consequência uma maior dispersão. A variação do horário de rompimento dos ensaios afeta bastante no seu resultado, visto que, nas primeiras horas o processo de hidratação citado acima ocorre de forma mais acelerada. Algumas amostras foram retiradas na execução da distribuição normal por serem consideradas fora do intervalo para uma melhor análise da curva. Para esta idade foram utilizadas 82 amostras.

O rompimento do concreto para esta idade se dá para que a desforma seja realizada com a resistência mínima exigida em projeto, que é de 3 MPa. Verifica-se na Figura 4.18 que a resistência média à compressão para a idade de 16 ± 4 h atendeu a essa resistência com o valor de 8,48 MPa. Conforme apresentado no tópico 2.7, o valor de Fck corresponde a resistência onde apenas 5% da amostra não conseguiu atingir, no caso abaixo o valor de Fck (16 ± 4 h) corresponde ao valor de 6 MPa, onde também atingiu a mínima resistência solicitada em projeto para a realização da desforma.

O gráfico que apresenta a distribuição normal para a idade de 7 dias está representado na Figura 4.19, onde analisa-se uma curva com frequência maior do que o anterior, com seu valor chegando a 0,4, o que nos dá um gráfico com menor dispersão e mais concentrado próximo ao valor de Fcm. Aos 7 dias, o valor de Fck (7) atingiu 20,56 MPa, ainda com um desvio padrão alto, devido aos processos de cura e hidratação do concreto. Com a resistência média à compressão de 22,17 MPa, conforme mostra o gráfico. Para esta idade foram utilizadas 94 amostras.

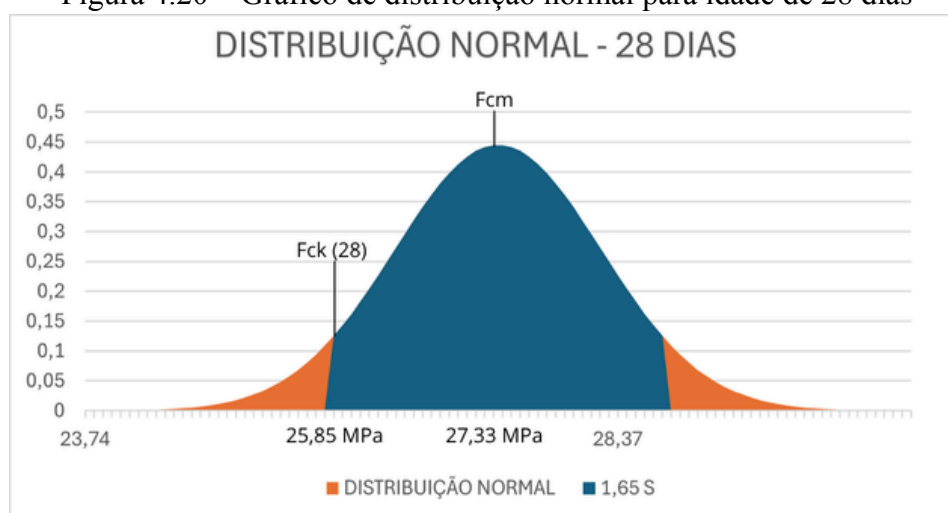
Figura 4.19 – Gráfico de distribuição normal para idade de 7 dias



Fonte: Próprio autor (2025)

A seguir, a Figura 4.20 demonstra a curva de distribuição normal para a idade de 28 dias, considerada a idade final de cura do concreto, onde deve-se atingir a resistência à compressão mínima exigida pelo projeto, que no caso é de 25 MPa. Observa-se a curva com uma frequência de 0,45, ficando com valores menos dispersos e mais aproximados da parte central da curva. Para a idade de 28 dias também foram utilizadas 94 amostras e, que apenas 5% tiveram seus valores abaixo de 25,85 MPa ($F_{ck}(28)$), o que nos indica que 95% das amostras ensaiadas atingiram valores acima da resistência à compressão do projeto.

Figura 4.20 – Gráfico de distribuição normal para idade de 28 dias



Fonte: Próprio autor (2025)

Os três gráficos foram colocados na mesma escala para que seja observado da melhor forma as diferenças entre si, principalmente no que se refere a uniformidade de cada idade.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar a aplicação do concreto autoadensável no sistema construtivo de parede de concreto moldada *in loco*, considerando aspectos executivos, produtivos e de desempenho do material. Para isso, buscou-se inicialmente descrever as etapas construtivas do sistema, organizando-as em um fluxograma, acompanhado de registros fotográficos, esse mapeamento permitiu compreender a sequência das atividades e a relação entre cada uma delas, contribuindo para a visualização técnica do método executivo.

O segundo objetivo consistiu em identificar as etapas críticas relacionadas ao uso do CAA no processo de execução. A partir das observações realizadas em campo, verificou-se que fatores como controle de materiais, umidade dos agregados, variações na fluidez, condições climáticas e horários de concretagem influenciaram de forma direta a estabilidade e o desempenho do concreto. Algumas ocorrências reforçaram a necessidade de rigor no controle tecnológico e no planejamento das atividades. Além disso, desafios relacionados à mão de obra especializada e à logística de fornecimento evidenciaram a importância da coordenação antecipada e integrada entre fornecedores, equipe técnica e cronograma de obra.

O terceiro objetivo, voltado para analisar o desempenho do concreto autoadensável nos estados fresco e endurecido, foi alcançado por meio da interpretação dos ensaios realizados e do tratamento estatístico dos dados. Observou-se que, na idade de 16 ± 4 horas, a curva apresentou maior dispersão, condizente com as instabilidades típicas das primeiras horas de endurecimento, mas ainda assim a resistência média e o F_{ck} atenderam à resistência mínima necessária para a desforma. Aos 7 e 28 dias, verificou-se maior concentração dos resultados em torno da média, indicando melhor uniformidade e evolução satisfatória da resistência mecânica, em consonância com o comportamento esperado para o CAA. Em todas as idades analisadas, o desempenho do concreto mostrou-se compatível com o especificado, confirmando a viabilidade do material para o sistema estudado.

Diante dos achados, conclui-se que o CAA apresenta desempenho satisfatório e adequado para uso em sistemas de parede moldada *in loco*, desde que acompanhado de controle rigoroso dos materiais, planejamento adequado das etapas e monitoramento constante das condições ambientais. A tecnologia mostrou-se eficiente ao proporcionar boa trabalhabilidade e preenchimento das formas, porém sensível às variações produtivas e executivas, o que reforça a importância do controle tecnológico contínuo.

Como limitação do estudo destaca-se a pouca variação de ensaios para este tipo de concreto na cidade e o pouco conhecimento técnico para dosagem e execução. Para estudos futuros, recomenda-se incluir diferentes traços de CAA, inserir mais ensaios normatizados para este tipo de concreto, comparar o desempenho do sistema construtivo com alvenaria convencional e análise e acompanhamento de patologias pós entrega da obra.

Assim, considera-se que todos os objetivos propostos foram plenamente atendidos, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento sobre o uso do concreto autoadensável em paredes de concreto e oferecendo subsídios relevantes para aprimorar sua aplicação na construção civil.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. de C. **Resistência à compressão dos concretos usados na região metropolitana do Recife: conformidade e análise estatística**. 2018. 120f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP). 2018. Disponível em: <http://tede2.unicap.br:8080/handle/tede/1069>. Acesso em: 20 nov. 2025

ASLANI, F.; NEJADI, S. Mechanical Properties of Conventional and Self-Compacting Concrete: an analytical study. **Construction and Building Materials**. v. 36(2012), p. 330-347, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.04.034> Acesso em: 12 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de Concreto** - Coletânea de ativos 2008/2009. São Paulo, 2008.

_____. (ABCP). **Parede de Concreto** - Coletânea de ativos 2011/2013. São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655**: concreto de cimento Portland: preparo, controle, recebimento e aceitação: procedimento. Rio de Janeiro, 2022.

_____. **ABNT NBR 15696**: fôrmas e escoramentos para estrutura de concreto: projeto, dimensionamento e procedimentos executivos. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **ABNT NBR 15823-1**: concreto autoadensável Parte 1: classificação, controle e recebimento no estado fresco. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-2**: concreto autoadensável Parte 2: determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - método do cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **ABNT NBR 16055**: parede de concreto moldada no local para a construção de edificações - requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2022.

_____. **ABNT NBR 17071**: parede de concreto celular estrutural moldada no local para a construção de edificações - projeto, execução e controle - requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **ABNT NBR 5738**: concreto - procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **ABNT NBR 5739**: concreto - ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **ABNT NBR 6118**: projetos de estrutura de concreto. Rio de Janeiro, 2022.

_____. **ABNT NBR 9062**: projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro, 2017.

BARBOSA, R. R. **Sistemas pré-moldados e a construção modular**. 2022. 36 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Cuiabá (UNIC), 2022. Disponível em:
<https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/56413/1/RODRIGO+RAMOS+BARBOSA.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2025.

BORGES, L. B. **Planejamento e Controle de Suprimentos e Logística para Redução do Custo de Construção**. 2025, 29fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 2025. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/45828>. Acesso em: 20 nov. 2025

BRITO, J. C. dos S. **Análise estatística e teste de conformidade do concreto em diferentes resistências: estudo de caso**. 2023. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/items/5b1d6f6c-40e1-4444-96f1-7f9a17bf3144>. Acesso em: 18 nov. 2025

CALESCO, M. A. F. **Concreto autoadensável: fundamentos, tecnologia, viabilidade técnica e econômica**. 2022. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2022. Disponível em:
<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/97178c98-d7cf-4bd3-a6b3-33430cf1c024/content>. Acesso em: 13 jul. 2025

CASTRO, E. de. **Study of Concrete Strength by means of Small Cores and Sclerometry Essays**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14137>. Acesso em: 20 nov. 2025

CORSINI, R. Paredes normatizadas. Norma inédita para paredes de concreto moldadas “in loco” entra em vigor e promete impulsionar uso da tecnologia em edificações. **Revista Técnica**. 2012. [s.l.], [s.n.]. Disponível em
<http://www.abesc.org.br/assets/files/TECHNE-Artigo%20Paredes.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2025.

COSTA, A. C. S. de S.; CABRAL, A. E. B. Estudo comparativo entre o concreto autoadensável e o concreto convencional vibrado em obra vertical. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 289–301, 2019. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ac/a/W4W5Jh6sRb4bZdTztrhgMqs/?lang=pt>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DACCACHE, E. D. **Análise da conformidade de lotes de concreto para diferentes resistências com aplicação de estatísticas: estudo de caso**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2023. Disponível em:
<https://repositorio.ufrn.br/items/4fbaa561-0da0-41a5-9d6d-a2baf00d5caa>. Acesso em: 1 nov. 2025

DUARTE, L. K.; SILVA, B. J.; JASPER, C. M. A.; OLIVEIRA, A. L.; CASALI, J. M.; BETIOLI, A. M. Levantamento dos Métodos de Dosagem de Argamassas Autoadensáveis no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 01-11. Disponível em:

<https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2136/1941>. Acesso em: 12 jul. 2025

FRANGUELI, B. C. T. **Estudo da caracterização mecânica e retração do concreto autoadensável**. 2024. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/retrieve/f5aa1338-78d3-4ddd-b51f-72386c1babcf/13857.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2025

GÓES, B. P. **Paredes de concreto moldadas “in loco”**: estudo do sistema adotado em habitações populares. 2013. 80 f. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2013. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/11530>. Acesso em: 4 jun. 2025

LOPES, F. A. **Utilizando paredes de concreto moldadas “in loco”- Estudo de caso**. 2016. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de especialização em produção e gestão do ambiente construído) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/31882>. Acesso em: 28 maio. 2025.

OBRA, M. da. **Concreto auto-adensável revela maior produtividade em comparação ao CC - Mapa da Obra**. Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/concreto-autoadensavel-revela-maior-productividade/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 13 jul. 2025.

OLIVEIRA SILVA, M. **Sistema construtivo parede de concreto moldada in loco**: execução, características e viabilidade. 2022. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade Pitágoras de Ensino de Ipatinga. 2022. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/57829/1/MICHEL_OLIVEIRA_SILVA.pdf. Acesso em: 26 maio. 2025

PERIN, A. da S. **Estudo de propriedades do concreto autoadensável nos estados fresco e endurecido**. 2024. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2024. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/36632/1/estudopropriedadesconcretoautoadensavel.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2025

PINHEIRO, Libânio M. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. 2007. Departamento de Engenharia de Estruturas. **Universidade de São Pablo, São Carlos**. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43906771/Apost_EESC_USP_Libanio-libre.pdf?1458443970=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDADE_DE_SA_O_PAULO_FUNDAMENTOS_DO.pdf&Expires=1763682275&Signature=dgSA-tA0wImQ9ITAHwfl5004DmY-piaaPX2Aek~VIZCHJcVAB847dYwyu2QOUdlJISGdblx~Z7oawloUSZWXeuoo4YLGK7HRVSLY6k0bza~4LwvOglzd1AvLWhgW1XB9tGqoB45T59tVU4fYrNNxlflLJmZoebG6ffQXFZ~663GH~B~ng4DWwIdwwc30UzIYHGAvGaPAvS4sjPVxPvH82QB5Ux8Sp~oolzYBZ2wQ99pSvINknZTDFgWJGyrJ6D034-bhmamTcdw1jGJjs-sbmGh95YDPziuSjFFGc0WqNa7QNYWwEfcub0cDET3rUs1py5Njz9Kkq71FiG06RMyoLQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 16 nov. 2025

ROCHA, D.T. da; KOLLING, E.M. Análise de concreto autoadensável com adição de resíduos de construção. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 12, pág.

e292101220483, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20483. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20483>. Acesso em: 13 jul. 2025.

SANTOS, V. R. dos. **Estudo teórico sobre concretos com agregados leves**. 2021. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/32545>. Acesso em: 12 jul. 2025

SEOLIN, G. **Análise de edifícios de paredes de concreto moldadas *in loco***. 2017. 111 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), 2017. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/2061>. Acesso em: 28 maio. 2025

SOUZA, P. P.; FERNANDES, T. S. **Paredes de concreto: utilização, características, viabilidade e execução**. 2015. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Doctum de Educação e Tecnologia (DOCTUM), 2015. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1064/1/TCC%20-%20-%20Angelo%20e%20Tharley%20-%20Paredes%20de%20concreto%20Utilizacao%20caracteristica%20viabilidade%20e%20execucao.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025

SOUZA, V.A. de. **Estudo comparativo da aplicação do concreto autoadensável e o concreto superfluido no sistema de parede de concreto**. 2023. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS), 2023. Disponível em: <https://repositorio.unichristus.edu.br/jspui/handle/123456789/1723>. Acesso em: 26 maio. 2025.

VASCONCELOS, A. C. de. **O concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações, volume III**. 1. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2002. 227 p.

VIEIRA, R. de O.; SILVA, U. C. N.; GOLIATH, K. B. Sistema Construtivo de Paredes de Concreto Moldadas “IN LOCO”. **Engenharia na prática: construção e inovação**. vol 3. v. 1, n. 6, Rio de Janeiro, Epitaya E-books, 2021. p. 499-522. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/195>. Acesso em: 24 jun. 2025.

**APÊNDICE A - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO EM CADA
IDADE**

Fck (proj.)	Data de moldagem	Data de ruptura	Idade (dias)	Slump (cm)	Local da concretagem	Carga (Kgf)	Fck (Mpa)
25	22/05/2025	23/05/2025	15:06	66	1ª etapa térreo	7,59	9,7
25	22/05/2025	23/05/2025	15:06	66	1ª etapa térreo	7,66	9,8
25	22/05/2025	23/05/2025	14:30	68	1ª etapa térreo	8,7	11,1
25	22/05/2025	23/05/2025	14:30	68	1ª etapa térreo	8,9	11,3
25	22/05/2025	23/05/2025	13:50	66	1ª etapa térreo	6,47	8,2
25	22/05/2025	23/05/2025	13:50	66	1ª etapa térreo	6,31	8
25	22/05/2025	23/05/2025	13:04	68	1ª etapa térreo	6,7	8,5
25	22/05/2025	23/05/2025	13:04	68	1ª etapa térreo	6,56	8,4
25	22/05/2025	23/05/2025	12:05	69	1ª etapa térreo	5,97	7,6
25	22/05/2025	23/05/2025	12:05	69	1ª etapa térreo	5,8	7,4
25	28/05/2025	29/05/2025	13:40	69	2ª etapa térreo	6,71	8,5
25	28/05/2025	29/05/2025	13:41	69	2ª etapa térreo	6,4	8,1
25	28/05/2025	29/05/2025	13:21	68,5	2ª etapa térreo	5,99	7,6
25	28/05/2025	29/05/2025	13:21	68,5	2ª etapa térreo	5,41	6,9
25	28/05/2025	29/05/2025	13:05	69	2ª etapa térreo	5,01	6,4
25	28/05/2025	29/05/2025	13:05	69	2ª etapa térreo	5,1	6,5
25	28/05/2025	29/05/2025	12:04	69	2ª etapa térreo	5,32	6,8
25	28/05/2025	29/05/2025	12:04	69	2ª etapa térreo	6,57	8,4
25	04/06/2025	05/06/2025	16:15	69	1ª etapa 1º pav.	7,31	9,3
25	04/06/2025	05/06/2025	16:15	69	1ª etapa 1º pav.	7,41	9,4
25	04/06/2025	05/06/2025	15:40	69	1ª etapa 1º pav.	7,81	9,9
25	04/06/2025	05/06/2025	15:40	69	1ª etapa 1º pav.	7,91	10,1
25	04/06/2025	05/06/2025	15:27	69	1ª etapa 1º pav.	6,48	8,3
25	04/06/2025	05/06/2025	15:27	69	1ª etapa 1º pav.	6,7	8,5
25	04/06/2025	05/06/2025	14:01	69	1ª etapa 1º pav.	6,88	8,8
25	04/06/2025	05/06/2025	14:01	69	1ª etapa 1º pav.	6,77	8,6
25	04/06/2025	05/06/2025	13:18	69	1ª etapa 1º pav.	6,99	8,9
25	04/06/2025	05/06/2025	13:18	69	1ª etapa 1º pav.	6,16	7,8
25	09/06/2025	10/06/2025	16:00	69	2ª etapa 1º pav.	8,31	10,6
25	09/06/2025	10/06/2025	16:00	69	2ª etapa 1º pav.	8,81	11,2
25	09/06/2025	10/06/2025	15:24	69	2ª etapa 1º pav.	7,97	10,1
25	09/06/2025	10/06/2025	15:24	69	2ª etapa 1º pav.	7,81	9,9
25	09/06/2025	10/06/2025	15:07	69	2ª etapa 1º pav.	6,97	8,9
25	09/06/2025	10/06/2025	15:07	69	2ª etapa 1º pav.	5,88	7,5
25	09/06/2025	10/06/2025	14:03	69	2ª etapa 1º pav.	5,41	6,9
25	09/06/2025	10/06/2025	14:03	69	2ª etapa 1º pav.	6,71	8,5
25	13/06/2025	14/06/2025	20:21	68	1ª etapa 2º pav.	10,31	13,1
25	13/06/2025	14/06/2025	20:21	68	1ª etapa 2º pav.	10,47	13,3
25	13/06/2025	14/06/2025	19:27	68,5	1ª etapa 2º pav.	8,9	11,3
25	13/06/2025	14/06/2025	19:27	68,5	1ª etapa 2º pav.	7,81	9,9
25	13/06/2025	14/06/2025	18:45	68	1ª etapa 2º pav.	8,71	11,1
25	13/06/2025	14/06/2025	18:45	68	1ª etapa 2º pav.	8,51	10,8
25	13/06/2025	14/06/2025	18:01	68	1ª etapa 2º pav.	6,81	8,7
25	13/06/2025	14/06/2025	18:01	68	1ª etapa 2º pav.	7,48	9,5
25	13/06/2025	14/06/2025	17:52	68	1ª etapa 2º pav.	6,28	8

25	13/06/2025	14/06/2025	17:52	68	1ª etapa 2º pav.	6,31	8
25	26/06/2025	27/06/2025	16:10	68	1ª etapa 3º pav.	7,2	9,2
25	26/06/2025	27/06/2025	16:10	68	1ª etapa 3º pav.	7,33	9,3
25	26/06/2025	27/06/2025	15:27	68	1ª etapa 3º pav.	6,42	8,2
25	26/06/2025	27/06/2025	15:27	68	1ª etapa 3º pav.	6,57	8,4
25	26/06/2025	27/06/2025	15:05	68,5	1ª etapa 3º pav.	5,91	7,5
25	26/06/2025	27/06/2025	15:05	68,5	1ª etapa 3º pav.	5,81	7,4
25	26/06/2025	27/06/2025	14:23	68	1ª etapa 3º pav.	5,29	6,7
25	26/06/2025	27/06/2025	14:23	68	1ª etapa 3º pav.	5,31	6,8
25	26/06/2025	27/06/2025	13:55	68,5	1ª etapa 3º pav.	5,71	7,3
25	26/06/2025	27/06/2025	13:55	68,5	1ª etapa 3º pav.	5,6	7,1
25	01/07/2025	02/07/2025	16:04	67,5	2ª etapa 3º pav.	6,67	8,5
25	01/07/2025	02/07/2025	16:04	67,5	2ª etapa 3º pav.	6,47	8,2
25	01/07/2025	02/07/2025	15:36	68,5	2ª etapa 3º pav.	5,75	7,3
25	01/07/2025	02/07/2025	15:36	68,5	2ª etapa 3º pav.	5,81	7,4
25	01/07/2025	02/07/2025	14:37	68	2ª etapa 3º pav.	5,55	7,1
25	01/07/2025	02/07/2025	14:37	68	2ª etapa 3º pav.	5,41	6,9
25	01/07/2025	02/07/2025	13:57	68,5	2ª etapa 3º pav.	4,99	6,4
25	01/07/2025	02/07/2025	13:57	68,5	2ª etapa 3º pav.	4,81	6,1
25	07/07/2025	08/07/2025	13:50	72	1ª etapa 4º pav.	6,31	8
25	07/07/2025	08/07/2025	13:50	72	1ª etapa 4º pav.	6,41	8,2
25	07/07/2025	08/07/2025	13:31	70	1ª etapa 4º pav.	6,8	8,7
25	07/07/2025	08/07/2025	13:31	70	1ª etapa 4º pav.	6,71	8,5
25	07/07/2025	08/07/2025	12:52	70	1ª etapa 4º pav.	5,91	7,5
25	07/07/2025	08/07/2025	12:52	70	1ª etapa 4º pav.	5,88	7,5
25	07/07/2025	08/07/2025	12:28	65	1ª etapa 4º pav.	5,66	7,2
25	07/07/2025	08/07/2025	12:28	65	1ª etapa 4º pav.	5,81	7,4
25	07/07/2025	08/07/2025	12:24	74	1ª etapa 4º pav.	4,95	6,3
25	07/07/2025	08/07/2025	12:24	74	1ª etapa 4º pav.	4,89	6,2
25	14/07/2025	15/07/2025	15:40	66	2ª etapa 4º pav.	7,71	9,98
25	14/07/2025	15/07/2025	15:40	66	2ª etapa 4º pav.	7,91	10,1
25	14/07/2025	15/07/2025	15:26	68	2ª etapa 4º pav.	6,81	8,7
25	14/07/2025	15/07/2025	15:26	68	2ª etapa 4º pav.	6,78	8,6
25	14/07/2025	15/07/2025	14:47	68	2ª etapa 4º pav.	6,67	8,5
25	14/07/2025	15/07/2025	14:47	68	2ª etapa 4º pav.	6,5	8,3
25	14/07/2025	15/07/2025	13:28	68	2ª etapa 4º pav.	5,49	7
25	14/07/2025	15/07/2025	13:28	68	2ª etapa 4º pav.	5,57	7,1

Fck (proj.)	Data de moldagem	Data de ruptura	Idade (dias)	Slump (cm)	Local da concretagem	Carga (Kgf)	Fck (Mpa)
25	22/05/2025	29/05/2025	7	66	1ª etapa térreo	17,98	22,9
25	22/05/2025	29/05/2025	7	66	1ª etapa térreo	18,21	23,2
25	22/05/2025	29/05/2025	7	68	1ª etapa térreo	18,11	23,1
25	22/05/2025	29/05/2025	7	68	1ª etapa térreo	18,52	23,6
25	22/05/2025	29/05/2025	7	66	1ª etapa térreo	16,98	21,6
25	22/05/2025	29/05/2025	7	66	1ª etapa térreo	17,45	22,2
25	22/05/2025	29/05/2025	7	68	1ª etapa térreo	17,45	22,2
25	22/05/2025	29/05/2025	7	68	1ª etapa térreo	17,69	22,5
25	22/05/2025	29/05/2025	7	69	1ª etapa térreo	16,89	21,5
25	22/05/2025	29/05/2025	7	69	1ª etapa térreo	17,42	22,2
25	28/05/2025	04/06/2025	7	69	2ª etapa térreo	17,02	21,7
25	28/05/2025	04/06/2025	7	69	2ª etapa térreo	16,88	21,5
25	28/05/2025	04/06/2025	7	68,5	2ª etapa térreo	18,06	23
25	28/05/2025	04/06/2025	7	68,5	2ª etapa térreo	17,84	22,7
25	28/05/2025	04/06/2025	7	69	2ª etapa térreo	17,42	22,2
25	28/05/2025	04/06/2025	7	69	2ª etapa térreo	17,49	22,3
25	28/05/2025	04/06/2025	7	69	2ª etapa térreo	16,52	21
25	28/05/2025	04/06/2025	7	69	2ª etapa térreo	16,87	21,5
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	17,42	22,2
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	16,85	21,5
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	16,54	21,1
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	16,89	21,5
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	17,42	22,2
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	17,69	22,5
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	16,59	21,1
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	16,97	21,6
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	17,42	22,2
25	04/06/2025	11/06/2025	7	69	1ª etapa 1º pav.	18,02	22,9
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	16,88	21,5
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	17,2	21,9
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	17,44	22,2
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	17,96	22,9
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	18,21	23,2
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	17,76	22,6
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	16,98	21,6
25	09/06/2025	16/06/2025	7	69	2ª etapa 1º pav.	17,36	22,1
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	17,42	22,2
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	17,97	22,8
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68,5	1ª etapa 2º pav.	18,01	22,9
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68,5	1ª etapa 2º pav.	17,58	22,4
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	18,36	23,4
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	18,75	23,9
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	17,48	22,3
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	18,26	23,2
25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	16,87	21,5

25	13/06/2025	20/06/2025	7	68	1ª etapa 2º pav.	17,91	22,8
25	18/06/2025	25/06/2025	7	67	2ª etapa 2º pav.	18,41	23,4
25	18/06/2025	25/06/2025	7	67	2ª etapa 2º pav.	18,56	23,6
25	18/06/2025	25/06/2025	7	68	2ª etapa 2º pav.	17,44	22,2
25	18/06/2025	25/06/2025	7	68	2ª etapa 2º pav.	18,61	23,7
25	18/06/2025	25/06/2025	7	68	2ª etapa 2º pav.	19,11	24,3
25	18/06/2025	25/06/2025	7	68	2ª etapa 2º pav.	19,24	24,5
25	18/06/2025	25/06/2025	7	68	2ª etapa 2º pav.	18,78	23,9
25	18/06/2025	25/06/2025	7	68	2ª etapa 2º pav.	19,36	24,6
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68	1ª etapa 3º pav.	18,42	23,5
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68	1ª etapa 3º pav.	17,45	22,2
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68	1ª etapa 3º pav.	16,98	21,6
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68	1ª etapa 3º pav.	11,42	22,2
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68,5	1ª etapa 3º pav.	18,23	23,2
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68,5	1ª etapa 3º pav.	17,98	22,9
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68	1ª etapa 3º pav.	16,53	21
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68	1ª etapa 3º pav.	16,87	21,5
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68,5	1ª etapa 3º pav.	15,98	20,3
25	26/06/2025	03/07/2025	7	68,5	1ª etapa 3º pav.	16,89	21,5
25	01/07/2025	08/07/2025	7	67,5	2ª etapa 3º pav.	17,45	22,2
25	01/07/2025	08/07/2025	7	67,5	2ª etapa 3º pav.	16,98	21,6
25	01/07/2025	08/07/2025	7	68,5	2ª etapa 3º pav.	16,56	21,1
25	01/07/2025	08/07/2025	7	68,5	2ª etapa 3º pav.	15,87	20,2
25	01/07/2025	08/07/2025	7	68	2ª etapa 3º pav.	17,11	21,8
25	01/07/2025	08/07/2025	7	68	2ª etapa 3º pav.	17,36	22,1
25	01/07/2025	08/07/2025	7	68,5	2ª etapa 3º pav.	16,53	21
25	01/07/2025	08/07/2025	7	68,5	2ª etapa 3º pav.	17,02	21,7
25	07/07/2025	14/07/2025	7	72	1ª etapa 4º pav.	15,98	20,3
25	07/07/2025	14/07/2025	7	72	1ª etapa 4º pav.	16,89	21,5
25	07/07/2025	14/07/2025	7	70	1ª etapa 4º pav.	17,11	21,8
25	07/07/2025	14/07/2025	7	70	1ª etapa 4º pav.	17,35	22,1
25	07/07/2025	14/07/2025	7	70	1ª etapa 4º pav.	16,56	21,1
25	07/07/2025	14/07/2025	7	70	1ª etapa 4º pav.	16,94	21,6
25	07/07/2025	14/07/2025	7	65	1ª etapa 4º pav.	15,87	20,2
25	07/07/2025	14/07/2025	7	65	1ª etapa 4º pav.	16,69	21,3
25	07/07/2025	14/07/2025	7	74	1ª etapa 4º pav.	15,98	20,3
25	07/07/2025	14/07/2025	7	74	1ª etapa 4º pav.	16,58	21,1
25	14/07/2025	21/07/2025	7	66	2ª etapa 4º pav.	17,24	22
25	14/07/2025	21/07/2025	7	66	2ª etapa 4º pav.	16,85	21,5
25	14/07/2025	21/07/2025	7	68	2ª etapa 4º pav.	17,42	22,2
25	14/07/2025	21/07/2025	7	68	2ª etapa 4º pav.	16,85	21,5
25	14/07/2025	21/07/2025	7	68	2ª etapa 4º pav.	16,54	21,1
25	14/07/2025	21/07/2025	7	68	2ª etapa 4º pav.	16,98	21,6
25	14/07/2025	21/07/2025	7	68	2ª etapa 4º pav.	17,41	22,2
25	14/07/2025	21/07/2025	7	68	2ª etapa 4º pav.	16,59	21,1
25	17/07/2025	24/07/2025	7	66	Platibanda	18,56	23,6
25	17/07/2025	24/07/2025	7	66	Platibanda	19,01	24,2

25	17/07/2025	24/07/2025	7	66	Platibanda	17,49	22,3
25	17/07/2025	24/07/2025	7	66	Platibanda	18,02	22,9

Fck (proj.)	Data de moldagem	Data de ruptura	Idade (dias)	Slump (cm)	Local da concretagem	Carga (Kgf)	Fck (Mpa)
25	22/05/2025	16/06/2025	28	66	1ª etapa térre	22,15	28,2
25	22/05/2025	19/06/2025	28	66	1ª etapa térre	21,89	27,9
25	22/05/2025	16/06/2025	28	68	1ª etapa térre	22,47	28,6
25	22/05/2025	19/06/2025	28	68	1ª etapa térre	22,09	28,1
25	22/05/2025	16/06/2025	28	66	1ª etapa térre	20,99	26,7
25	22/05/2025	19/06/2025	28	66	1ª etapa térre	21,57	27,5
25	22/05/2025	16/06/2025	28	68	1ª etapa térre	21,15	26,9
25	22/05/2025	19/06/2025	28	68	1ª etapa térre	20,83	26,5
25	22/05/2025	16/06/2025	28	69	1ª etapa térre	21,22	27
25	22/05/2025	19/06/2025	28	69	1ª etapa térre	21,69	27,6
25	28/05/2025	25/06/2025	28	69	1ª etapa térre	21,12	26,9
25	28/05/2025	25/06/2025	28	69	1ª etapa térre	21,56	27,5
25	28/05/2025	25/06/2025	28	68,5	1ª etapa térre	21,56	27,5
25	28/05/2025	25/06/2025	28	68,5	1ª etapa térre	22,29	28,4
25	28/05/2025	25/06/2025	28	69	1ª etapa térre	21,51	27,4
25	28/05/2025	25/06/2025	28	69	1ª etapa térre	22,03	28
25	28/05/2025	25/06/2025	28	69	1ª etapa térre	20,54	26,2
25	28/05/2025	25/06/2025	28	69	1ª etapa térre	20,86	26,6
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	20,87	26,6
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,11	26,9
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,09	26,9
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,47	27,3
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,56	27,5
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	22,01	28
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	20,87	26,6
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,25	27,1
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	22,01	28
25	04/06/2025	02/07/2025	28	69	etapa 1º pa	22,54	28,7
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	23,14	29,5
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	22,55	28,7
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,87	27,8
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	22,56	28,7
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	20,98	26,7
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	21,48	27,3
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	20,88	26,6
25	09/06/2025	07/07/2025	28	69	etapa 1º pa	20,69	26,3
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º pa	21,69	27,6
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º pa	22,06	28,1
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68,5	etapa 2º pa	20,89	26,6
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68,5	etapa 2º pa	21,8	27,8
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º pa	21,69	27,6
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º pa	21,81	27,8
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º pa	22,05	28,1
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º pa	23,14	29,5

25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º p:	20,88	26,6
25	13/06/2025	11/07/2025	28	68	etapa 2º p:	21,56	27,5
25	18/06/2025	16/07/2025	28	67	etapa 2º p:	22,31	28,4
25	18/06/2025	16/07/2025	28	67	etapa 2º p:	22,56	28,7
25	18/06/2025	16/07/2025	28	68	etapa 2º p:	21,47	27,3
25	18/06/2025	16/07/2025	28	68	etapa 2º p:	22,09	28,1
25	18/06/2025	16/07/2025	28	68	etapa 2º p:	23,01	29,3
25	18/06/2025	16/07/2025	28	68	etapa 2º p:	22,87	29,1
25	18/06/2025	16/07/2025	28	68	etapa 2º p:	22,45	28,6
25	18/06/2025	16/07/2025	28	68	etapa 2º p:	22	28
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68	etapa 3º p:	20,89	26,6
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68	etapa 3º p:	21,53	27,4
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68	etapa 3º p:	21,16	26,9
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68	etapa 3º p:	21,48	27,3
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	22,01	28
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	21,52	27,4
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68	etapa 3º p:	20,57	26,2
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68	etapa 3º p:	20,91	26,6
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	21,19	27
25	26/06/2025	24/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	20,88	26,6
25	01/07/2025	29/07/2025	28	67,5	etapa 3º p:	19,89	25,3
25	01/07/2025	29/07/2025	28	67,5	etapa 3º p:	20,57	26,2
25	01/07/2025	29/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	20,41	26
25	01/07/2025	29/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	20,85	26,5
25	01/07/2025	29/07/2025	28	68	etapa 3º p:	21,15	26,9
25	01/07/2025	29/07/2025	28	68	etapa 3º p:	20,45	26
25	01/07/2025	29/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	21,88	27,9
25	01/07/2025	29/07/2025	28	68,5	etapa 3º p:	22,01	28
25	07/07/2025	04/08/2025	28	72	etapa 4º p:	19,89	25,3
25	07/07/2025	04/08/2025	28	72	etapa 4º p:	20,54	26,2
25	07/07/2025	04/08/2025	28	70	etapa 4º p:	21,15	26,9
25	07/07/2025	04/08/2025	28	70	etapa 4º p:	21,47	27,3
25	07/07/2025	04/08/2025	28	70	etapa 4º p:	20,45	26
25	07/07/2025	04/08/2025	28	70	etapa 4º p:	21,16	26,9
25	07/07/2025	04/08/2025	28	65	etapa 4º p:	19,89	25,3
25	07/07/2025	04/08/2025	28	65	etapa 4º p:	20,47	26,1
25	07/07/2025	04/08/2025	28	74	etapa 4º p:	21,15	26,9
25	07/07/2025	04/08/2025	28	74	etapa 4º p:	22,01	28
25	14/07/2025	11/08/2025	28	66	etapa 4º p:	20,98	26,7
25	14/07/2025	11/08/2025	28	66	etapa 4º p:	21,56	27,5
25	14/07/2025	11/08/2025	28	68	etapa 4º p:	21,11	26,9
25	14/07/2025	11/08/2025	28	68	etapa 4º p:	21,56	27,5
25	14/07/2025	11/08/2025	28	68	etapa 4º p:	20,86	26,6
25	14/07/2025	11/08/2025	28	68	etapa 4º p:	21,46	27,3
25	14/07/2025	11/08/2025	28	68	etapa 4º p:	21,15	26,9
25	14/07/2025	11/08/2025	28	68	etapa 4º p:	21,69	27,6
25	17/07/2025	14/08/2025	28	66	Platibanda	22,14	28,2
25	17/07/2025	14/08/2025	28	66	Platibanda	21,89	27,9
25	17/07/2025	14/08/2025	28	66	Platibanda	20,98	26,7
25	17/07/2025	14/08/2025	28	66	Platibanda	21,78	27,7