www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/h6kyj641

Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local: análise dos procedimentos executivos da NBR 16055 para o contexto da região amazônica

Cast-in-place concrete wall construction system: analysis of the NBR 16055 execution procedures for the Amazon region context

Johny Endrew Batista de Souza[1]
Raquel Freitas Reis[2]

RESUMO

Este trabalho analisa o processo executivo de paredes de concreto moldadas no local, tecnologia hoje predominante na habitação de interesse social no Brasil pela rapidez de execução e pelo menor custo por unidade. A eficácia do sistema, porém, depende de controle rigoroso da execução, e esse desafio se agrava em regiões de clima equatorial úmido, como Manaus/AM, onde o calor, a umidade alta e a radiação solar intensa aceleram a perda de trabalhabilidade do concreto fresco e favorecem a retração plástica. A partir de revisão integrativa da literatura e de análise documental da ABNT NBR 16055, o texto sistematiza os requisitos normativos das etapas de fôrmas, armaduras, lançamento, adensamento, acabamento, cura e desforma e os correlaciona às condições ambientais da Amazônia. Como contribuição, propõe uma matriz de boas práticas executivas adaptadas a Manaus, com destaque para o controle térmico do concreto no lançamento (limite de 32 °C), a prevenção da retração plástica e a cura química e úmida prolongada.

Palavras-chave: Habitação de interesse social; Clima tropical úmido; Cura química; Controle tecnológico; Durabilidade.

ABSTRACT

This study analyzes the executive process of cast-in-place concrete walls, the predominant technology today in Brazilian social housing due to its execution speed and lower unit cost. The effectiveness of the system, however, depends on strict process control, and this challenge grows in humid equatorial regions such as Manaus/AM, where heat, high humidity and intense solar radiation accelerate the loss of workability of fresh concrete and favor plastic shrinkage. Based on an integrative literature review and on documentary analysis of ABNT NBR 16055, the text systematizes the normative requirements for the stages of formwork, reinforcement, placement, compaction, finishing, curing and form removal, and correlates them with the environmental conditions of the Amazon. As a contribution, it proposes a matrix of good executive practices adapted to Manaus, with emphasis on thermal control of fresh concrete (32 °C limit at placement), prevention of plastic shrinkage and prolonged chemical and wet curing.

1 Centro Universitário Luterano de Manaus (Ceulm/ULBRA); Manaus – AM – Brasil; ORCID: https://orcid.org/0009-0001-4057-6384

2 Centro Universitário Luterano de Manaus (Ceulm/ULBRA); Manaus – AM – Brasil; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3384-6366

Keywords: Social housing; Humid tropical climate; Chemical curing; Technological control; Durability.

1 INTRODUÇÃO

O déficit habitacional no Brasil e a necessidade de ampliar programas de moradia em larga escala, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e suas reedições, levaram o setor da construção civil a substituir os métodos artesanais de alvenaria por sistemas industrializados (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2026). Nesse contexto, o sistema de paredes de concreto moldadas no local tornou-se a principal solução adotada em conjuntos habitacionais de interesse social (HIS), pois permite executar em pouco tempo, repetir os mesmos processos em todas as unidades, evitar retrabalhos e reduzir a geração de resíduos no canteiro (SGOBBI et al., 2021; ALMEIDA, 2024).

Esse ganho de produtividade, porém, só se sustenta com controle de qualidade rigoroso em todas as fases da execução. Como as paredes acumulam as funções de vedação vertical, suporte estrutural e acabamento, dispensando regularização com argamassas espessas, qualquer desvio de prumo, desalinhamento de painéis, falha de adensamento, armadura mal posicionada ou fissuração por retração compromete os critérios de habitabilidade, segurança e durabilidade da ABNT NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021). O sistema não admite correções posteriores sem elevar de forma expressiva o custo da obra.

A literatura técnica sobre a racionalização do sistema é abundante no Sul e no Sudeste do país, mas há poucos estudos sobre a adaptação do método executivo ao clima equatorial da Amazônia Ocidental. Em Manaus/AM, os registros acadêmicos e técnicos praticamente não existem; o que se encontra são estudos isolados e defasados, sobre conjuntos habitacionais entregues há mais de uma década (VIANA, 2011). Essa lacuna é relevante para a engenharia local, já que as temperaturas elevadas, a insolação direta e a dinâmica de umidade da região criam condições adversas para o concreto, tanto fresco quanto endurecido.

A partir desse quadro, o problema de pesquisa é: quais são os pontos críticos do processo executivo de paredes de concreto moldadas no local, segundo a literatura técnica e a ABNT NBR 16055, e como as particularidades do clima equatorial da região amazônica, com ênfase em Manaus/AM, influenciam cada uma dessas etapas? A investigação parte da premissa de que aplicar diretamente, sem mitigações térmicas, procedimentos padronizados para climas temperados leva a anomalias precoces e severas na região Norte.

O objetivo geral é analisar, por meio de revisão integrativa da literatura e de análise documental normativa, o processo executivo de paredes de concreto moldadas no local, correlacionando os procedimentos da ABNT NBR 16055 às condições de clima equatorial de Manaus/AM. Os objetivos específicos são: (a) caracterizar o sistema construtivo e descrever suas etapas executivas fundamentais; (b) sistematizar os requisitos operacionais da ABNT NBR 16055 e relacioná-los aos pontos críticos de exposição climática; e (c) propor uma matriz de boas práticas executivas adaptadas à realidade dos canteiros de Manaus.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O sistema construtivo e o processo executivo

O sistema de paredes de concreto moldadas no local surgiu na reconstrução europeia do pós-guerra e nos projetos de expansão urbana dos Estados Unidos, onde a falta de mão de obra e a urgência habitacional aceleraram o desenvolvimento de fôrmas reutilizáveis de grande porte. No Brasil, as primeiras experiências sistemáticas ocorreram nas décadas de 1970 e 1980, em projetos de fomento habitacional público ligados ao antigo Banco Nacional da Habitação (BNH). A consolidação do sistema, no entanto, veio a partir de 2009, com o Programa Minha Casa Minha Vida, que deu escala comercial e permitiu amortizar os investimentos iniciais em fôrmas metálicas de precisão (SGOBBI et al., 2021).

Com o avanço dos estudos reológicos do concreto e dos métodos de cálculo estrutural, a tipologia se expandiu rapidamente. O sistema, que no início se restringia a edificações térreas e sobrados geminados, tornou-se padrão nas últimas duas décadas para edifícios multifamiliares de até quatro pavimentos sem alvenaria de transição e avançou também para edifícios de muitos pavimentos (acima de vinte), apoiado em modelos computacionais que tratam as paredes como pilares-parede contraventados e diafragmas rígidos tridimensionais (ALMEIDA, 2024).

O sistema combina componentes industriais de alta tolerância. As fôrmas, em geral de alumínio ou de chapas de aço com perfis tubulares, têm peso modulado para permitir o manuseio manual, dispensando guindastes de grande porte em tipologias baixas. O travamento entre painéis opostos é feito com tirantes e espaçadores tubulares plásticos, e o desmoldante químico garante a integridade da fôrma e faces lisas após a desforma, prontas para receber gesso desempenado, massa corrida ou pintura (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2021).

As armaduras são, na maior parte, telas soldadas de alta resistência (CA-60), dispostas de forma simples centrada ou dupla, complementadas por barras CA-50 nas regiões de concentração de tensões de tração e cisalhamento, em especial nos contornos de portas e janelas (vergas e contravergas). Para garantir o cobrimento nominal do aço, fixam-se espaçadores plásticos circulares ou de garra em intervalos regulares. Toda a parte de instalações também é racionalizada: kits elétricos, eletrodutos corrugados, caixas de passagem e prumadas hidrossanitárias são pré-montados e embutidos entre as frentes de fôrma antes do fechamento, o que elimina a abertura manual de rasgos na estrutura endurecida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2026).

O material de preenchimento é o concreto autoadensável (CAA) ou, em menor escala nas edificações horizontais, o concreto convencional de alta trabalhabilidade. O CAA escoa sob o próprio peso, preenche os vazios e atravessa as armaduras e tubulações embutidas sem compactação mecânica, mantendo homogeneidade e resistência à segregação ao longo de todo o percurso nos painéis esbeltos, de 8 a 15 cm de espessura (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2021).

O canteiro funciona em um ciclo de 24 horas por unidade ou conjunto de unidades. As operações diárias se sucedem nesta ordem: desforma das paredes concretadas na véspera; limpeza raspada e aplicação de desmoldante nos painéis metálicos; marcação topográfica e locação das guias de base; posicionamento e fixação das telas soldadas com espaçadores e kits elétricos; montagem, alinhamento, prumo e fechamento estanque das fôrmas; bombeamento e lançamento contínuo do concreto; desempeno e nivelamento das cotas de topo; e aplicação imediata da cura, liberando o ciclo seguinte no dia posterior (SGOBBI et al., 2021).

Figura 1 - Marcação e locação das guias de base



Fonte: acervo do autor (2021)

Figura 2 - Posicionamento das telas soldadas



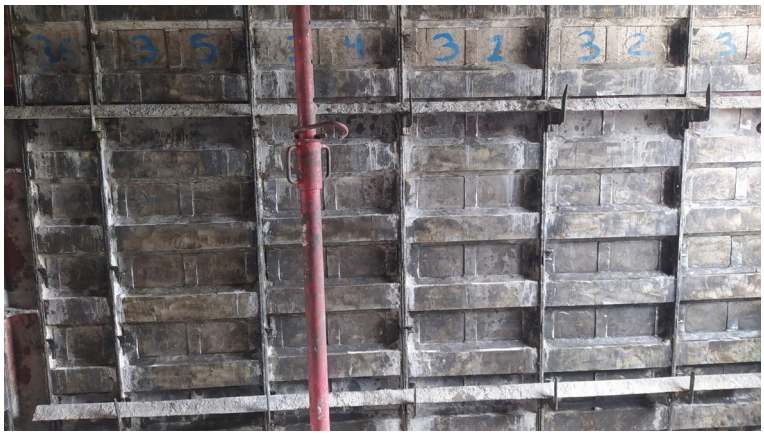
Fonte: acervo do autor (2021)

Figura 3 - Posicionamento dos kits elétricos e hidrossanitários



Fonte: acervo do autor (2021)

Figura 4 - Montagem das fôrmas (travamento, escoramento e alinhamento)



Fonte: acervo do autor (2021)

Figura 5 - Posicionamento das telas soldadas na laje



Fonte: acervo do autor (2021)

Figura 6 - Posicionamento dos kits elétricos e hidrossanitários na laje



Fonte: acervo do autor (2021)

Figura 7 - Concretagem e acabamento do topo



Fonte: acervo do autor (2021)

Quadro 1 – Ciclo executivo de 24 horas do sistema de paredes de concreto moldadas no local

Etapa	**Operação**	**Requisito de controle**
1. Desforma precoce	Retirada dos painéis metálicos das paredes concretadas na véspera, com liberação dos módulos para o ciclo seguinte	Resistência à compressão de 3,0 a 5,0 MPa na idade de desforma
2. Limpeza e desmoldante	Limpeza raspada dos painéis metálicos e aplicação de desmoldante	Desmoldante emulsionado em água, aplicado imediatamente antes do fechamento
3. Marcação e locação	Marcação topográfica e locação das guias de base	Conferência com nível a laser antes de cada concretagem
4. Armadura e embutidos	Posicionamento das telas soldadas e pré-montagem dos kits elétricos e hidrossanitários	Telas CA-60 com 4 a 6 espaçadores plásticos por metro quadrado em cada face
5. Montagem das fôrmas	Alinhamento, prumo, travamento com tirantes e fechamento das juntas	Desvio de prumo de h/500, limitado a ±5 mm, e juntas estanques
6. Lançamento do concreto	Bombeamento e lançamento contínuo do concreto autoadensável	Temperatura máxima de 32 °C no lançamento, vedada a adição de água
7. Acabamento do topo	Desempeno mecânico e nivelamento das cotas de topo	Nivelamento rigoroso das cotas de projeto
8. Cura e liberação	Aplicação de cura química reflexiva nas duas faces da parede	Cura imediata após a desforma, com proteção contra evaporação acelerada

Fonte: elaborado pelos autores (2026), com base em SGOBBI *et al.* (2021), ABNT NBR 16055 (2026) e ABNT NBR 14931 (2023).

2.2 A ABNT NBR 16055 e o controle executivo

A regulamentação do método no Brasil começou com a ABNT NBR 16055, publicada em 2012, que estabeleceu os requisitos e procedimentos para o projeto e a execução de paredes de concreto moldadas no local. Em 2022, o comitê técnico publicou uma revisão ampla, que atualizou os limites estruturais, aperfeiçoou o dimensionamento de edifícios de múltiplos pavimentos e aproximou o texto das exigências da norma de desempenho. Em maio de 2026, novas consolidações e emendas mantiveram os parâmetros de controle tecnológico

alinhados à evolução dos aditivos químicos e dos ensaios para estruturas esbeltas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2026).

No aspecto geométrico, a norma não admite espessura inferior a 8,0 cm em edificações residenciais térreas e sobrados unifamiliares, e fixa o mínimo de 10,0 cm em edifícios multifamiliares com mais de dois pavimentos habitáveis. As tolerâncias de montagem e concretagem são restritivas: o desvio de prumo das paredes não pode passar de h/500 (h é a altura livre do pavimento), com teto de ±5 mm; a espessura de projeto admite desvio máximo de ±5 mm; e o desalinhamento local entre painéis adjacentes não pode passar de 3 mm, o que exige checagem contínua com nível a laser antes de cada concretagem (PONZONI, 2013).

Para assegurar a durabilidade de projeto de 50 anos, a norma prescreve cobrimento nominal mínimo de 15 mm para as armaduras em ambientes da Classe de Agressividade Ambiental II (urbana), com tolerância de execução de ±5 mm, desde que o cobrimento efetivo não fique abaixo de 10 mm. Na prática, isso exige de 4 a 6 espaçadores plásticos por metro quadrado em cada face das telas, para que o empuxo do concreto fresco não encoste o aço nas superfícies internas das fôrmas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2023).

O controle tecnológico do concreto fresco é condição para autorizar o bombeamento. No caso do CAA, o ensaio de espalhamento (*slump flow*) deve ser feito imediatamente antes da descarga de cada caminhão-betoneira, com o diâmetro da mancha entre 650 mm e 750 mm, além da aferição do tempo de escoamento até 500 mm (ensaio *T500*, entre 2 e 5 segundos) e da avaliação do índice de estabilidade visual (IEV), que atesta a ausência de segregação e exsudação. Em elementos com armadura densa ou vãos críticos, faz-se também o ensaio do anel J, para comprovar que o concreto passa sem bloqueio granulométrico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2026).

A norma exige ainda controle sistemático de resistência mecânica por meio de corpos de prova moldados nas mesmas condições ambientais da estrutura: uma série para verificar a resistência na idade de desforma (geralmente entre 12 e 24 horas, com valores médios de 3,0 MPa a 5,0 MPa, para evitar lascamento e perda de estabilidade geométrica na extração dos painéis) e outra aferida aos 28 dias, para validar o fck de projeto. Esses requisitos se conectam às normas ABNT NBR 6118 (estruturas de concreto), ABNT NBR 14931 (execução de estruturas) e ABNT NBR 15575 (desempenho acústico, estanqueidade e durabilidade).

2.3 Concretagem em clima equatorial: o caso de Manaus/AM

Essas etapas padronizadas se tornam bem mais exigentes quando transpostas para a Amazônia. A ABNT NBR 14931 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2023) estabelece que a concretagem com temperaturas ambientes acima de 30 °C requer cuidados especiais e determina que a temperatura do concreto fresco no lançamento não ultrapasse 32 °C. Ao atingir ou superar esse valor, tornam-se obrigatórias medidas de resfriamento, e fica proibida a adição posterior de água para corrigir o abatimento nos caminhões-betoneira.

A cidade de Manaus/AM é classificada como Af na escala de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2013). Nessa classificação, a letra A designa os climas tropicais, em que a temperatura média de todos os meses do ano fica acima de 18 °C, e a letra f indica o clima úmido, sem estação seca, com precipitação do mês mais seco acima de 60 mm. O tipo Af corresponde, portanto, ao clima tropical úmido de floresta, com chuvas distribuídas ao longo de todo o ano. Em Manaus, essas condições se mantêm praticamente constantes ao longo dos meses. Segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia para a estação climatológica 82331, a temperatura média compensada mensal varia de 26,6 °C, em janeiro, a 28,6 °C, em setembro, com média anual de 27,4 °C e amplitude térmica anual de apenas 2,0 °C. As máximas diárias passam com frequência de 32 °C a 34 °C no período de maior insolação (entre 11h e 15h). A umidade relativa do ar tem médias anuais de 75% a 85%, o regime de chuvas soma entre 2.200 mm e 2.400 mm por ano e as séries históricas de 1961 a 2017 registram tendência de elevação térmica (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2026).

Quadro 2 – Aplicação dos critérios da classificação de Köppen-Geiger ao clima de Manaus/AM

Critério	**Exigência da classificação**	**Valor observado em Manaus/AM**	**Resultado**
Grupo climático (letra A)	Temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C	26,6 °C (janeiro, fevereiro e março)	Atendido — clima tropical (A)
Regime de umidade (letra f)	Precipitação do mês mais seco superior a 60 mm, sem estação seca definida	56,1 mm em agosto, com chuvas em todos os meses do ano	Atendido — clima úmido sem estação seca (f)

Amplitude térmica anual	Variação pequena ao longo do ano, típica de baixas latitudes	2,0 °C (de 26,6 °C a 28,6 °C)	Atendido — ausência de inverno térmico
Classificação final	Combinação dos critérios anteriores	Clima tropical úmido de floresta	Af

Fonte: elaborado pelos autores (2026), com base em ALVARES *et al.* (2013) e INMET (2026).

Essa combinação térmica altera de forma profunda a cinética de hidratação do cimento Portland. No plano microestrutural, a temperatura inicial alta acelera a reação dos aluminatos de cálcio (C3A) e precipita um gel de silicato de cálcio hidratado (C-S-H) poroso e mal cristalizado. O resultado é um ganho aparente de resistência nas idades iniciais (1 a 3 dias), acompanhado de prejuízo ao empacotamento microestrutural final e à evolução da resistência aos 28 dias, o que produz uma matriz cimentícia mais permeável e menos durável ao longo da vida útil da edificação (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2020).

A taxa de evaporação de água na superfície do elemento moldado é outro fator crítico. Conforme o guia de concretagem em clima quente do ACI 305R (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2020), quando a evaporação superficial supera a exsudação natural da mistura (limite crítico de 1,0 kg/m²/h), formam-se meniscos capilares na superfície da pasta fresca. A sucção capilar gera tensões de tração precoces no concreto ainda plástico, que, sem resistência tênsil relevante, rompe-se em uma rede densa de fissuras superficiais e passantes de retração plástica, abrindo caminho para a infiltração de água e acelerando a carbonatação do elemento.

O quadro se agrava porque as fôrmas modulares de alumínio ou aço ficam expostas à radiação solar equatorial. Sob sol direto, sem sombreamento, a face metálica das fôrmas passa com facilidade de 45 °C a 50 °C em apenas duas horas. O concreto fresco que entra em contato com essa superfície superaquecida perde água de amassamento por evaporação quase instantânea, o que desseca a borda, queima os aditivos plastificantes do filme e causa perda local de aderência superficial (REVISTA FOCO, 2023).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, e foi desenvolvida por meio de revisão integrativa da literatura e de análise documental normativa. O estudo não envolveu coleta de dados primários em canteiro de obras. O objetivo é sistematizar o conhecimento técnico disponível sobre o processo executivo e confrontá-lo

com as exigências normativas e com as condições climáticas de Manaus/AM. Essa delimitação decorre da escassez de dados experimentais locais publicados.

A revisão integrativa foi conduzida em quatro etapas. Na primeira, definiu-se a questão norteadora da revisão, derivada do problema de pesquisa: quais são os pontos críticos do processo executivo de paredes de concreto moldadas no local e como o clima equatorial de Manaus/AM os agrava. Na segunda etapa, realizou-se o levantamento bibliográfico em bases nacionais e internacionais, com prioridade para a produção técnica brasileira, utilizando os descritores paredes de concreto moldadas no local, sistema de placas monolíticas, concreto autoadensável, concretagem em clima quente, controle tecnológico do concreto e patologias do concreto. Na terceira etapa, aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão: foram incluídos trabalhos que tratassem especificamente do processo executivo do sistema, do controle tecnológico do concreto fresco ou do comportamento do concreto sob temperaturas elevadas, publicados em periódicos, dissertações, teses, livros técnicos e normas; foram excluídos trabalhos restritos a outros sistemas construtivos, estudos sem detalhamento do processo executivo e publicações sem identificação de autoria ou de metodologia. Na quarta etapa, procedeu-se à leitura integral dos trabalhos selecionados, à extração dos dados referentes a cada etapa executiva e à síntese comparativa dos resultados, com registro das convergências e divergências entre os autores.

A seleção das fontes priorizou três critérios de qualidade: a aderência temática ao objeto do estudo, a credibilidade da fonte, com preferência por periódicos revisados por pares, normas técnicas vigentes e instituições de pesquisa reconhecidas, e a atualidade da publicação, com ênfase na produção das duas últimas décadas, admitindo-se obras anteriores apenas quando constituíssem referência fundante do tema. A análise documental normativa complementou a revisão e teve como corpus as normas vigentes que regulam o projeto, a execução e o desempenho do sistema, detalhadas na seção 3.3.

3.2 Estado da arte do sistema construtivo

Foi realizado o estado da arte das técnicas do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local, também designado na literatura técnica como sistema de placas monolíticas. O levantamento abrangeu publicações sobre o processo executivo, o controle tecnológico do concreto, os componentes do sistema (fôrmas, armaduras e embutidos) e o desempenho das edificações, com prioridade para a produção técnica nacional e para os trabalhos que tratam da racionalização do canteiro.

A partir desse levantamento, verificou-se que a produção sobre o tema se concentra nas regiões Sul e Sudeste do país. Para Manaus/AM, os registros acadêmicos são escassos e defasados, restritos a estudos isolados sobre conjuntos habitacionais entregues há mais de uma década (VIANA, 2011). Essa constatação delimitou a lacuna de pesquisa que o trabalho se propõe a tratar.

3.3 Análise documental normativa

A análise documental teve como corpus as normas vigentes que regulam o projeto, a execução e o desempenho do sistema: a ABNT NBR 16055, que trata das paredes de concreto moldadas no local e constitui o documento central da análise; a ABNT NBR 14931, sobre execução de estruturas de concreto, com atenção às prescrições para concretagem em temperaturas elevadas; a ABNT NBR 6118, sobre projeto de estruturas de concreto; e a ABNT NBR 15575, que fixa os critérios de desempenho das edificações habitacionais. Como referência complementar para o comportamento do concreto fresco sob evaporação acelerada, utilizou-se o guia ACI 305R, do American Concrete Institute.

De cada documento foram extraídos os requisitos aplicáveis a cada etapa executiva, com registro da origem de cada exigência. Esse procedimento permite que o leitor identifique a base normativa de cada afirmação do trabalho.

3.4 Base de dados climáticos

Os dados meteorológicos de Manaus/AM foram obtidos nas normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes à estação meteorológica 82331. O conjunto compreende temperatura média compensada anual, temperaturas máximas diárias, umidade relativa do ar, precipitação acumulada e séries históricas de tendência térmica. A classificação climática adotada é a de Köppen-Geiger, na qual Manaus se enquadra no tipo Af, conforme detalhado na seção 2.3.

3.5 Construção da matriz de requisitos e boas práticas

O cruzamento entre as prescrições normativas, os desvios executivos recorrentes na literatura e as solicitações climáticas locais deu origem a uma matriz de requisitos. A matriz foi organizada em seis categorias de análise, correspondentes às etapas do processo executivo: fôrmas e desmoldantes; armaduras e embutimentos; transporte e lançamento; adensamento e preenchimento; acabamento; e cura e desforma.

Para cada categoria foram registrados quatro elementos: o requisito normativo aplicável, o desvio executivo frequentemente relatado na literatura, o ponto crítico decorrente do clima de Manaus e a boa prática executiva recomendada. O resultado desse cruzamento é apresentado na seção 4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Pontos críticos e boas práticas por etapa executiva

O confronto entre as prescrições da ABNT NBR 16055, as falhas executivas recorrentes na literatura e as solicitações climáticas de Manaus revela pontos críticos específicos em cada fase operacional, que exigem boas práticas de engenharia.

Na etapa de fôrmas e desmoldantes, o ponto central é a estanqueidade das juntas horizontais e verticais entre painéis. O desgaste mecânico dos painéis e o desalinhamento das guias de base criam folgas nas interfaces inferiores, por onde a pasta do concreto autoadensável escapa durante o bombeamento, gerando nichos basais e exposição de armaduras (PONZONI, 2013). Em Manaus, o problema se agrava porque os desmoldantes à base de solvente aplicados cedo sobre chapas quentes volatilizam rapidamente. As boas práticas recomendadas são: desmoldante emulsionado em água, aplicado pouco antes do fechamento; calafetação com fita compressível de EPDM na interface com a laje de piso; e resfriamento prévio das fôrmas por aspersão de água potável momentos antes da concretagem, sem formar poças internas.

Nas armaduras e embutidos, o cobrimento fica ameaçado pela movimentação da tela soldada no fechamento das fôrmas ou pelo empuxo do concreto fluido no lançamento. A literatura registra cobrimentos nulos ou abaixo de 5 mm em regiões de cruzamento de caixas de passagem elétricas. No clima quente e úmido de Manaus, a carbonatação em concretos aquecidos, somada à umidade relativa constante em torno de 80%, acelera a despassivação do aço CA-60 e a corrosão precoce (FELIX; CARRAZEDO; POSSAN, 2017). Para mitigar esse risco, recomenda-se amarração com 4 a 6 espaçadores plásticos por metro quadrado e fixação rígida das caixas elétricas à armadura, com arame duplo ou presilhas plásticas.

O transporte e o lançamento estão entre as interfaces mais vulneráveis. Os congestionamentos de Manaus, os trajetos longos entre as centrais de dosagem e o canteiro e as temperaturas altas provocam perda acentuada de abatimento e fluidez (*slump loss*) no tambor do caminhão-betoneira, além de antecipar a pega do cimento. O erro mais grave na rotina das obras é a adição arbitrária de água na bica do caminhão, a chamada retêmpera, para

recuperar a trabalhabilidade: ela altera a relação água/cimento planejada, derruba o fck e causa segregação (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2021). As boas práticas são programar a concretagem nas primeiras horas da manhã (entre 5h e 9h) ou à noite, usar superplastificantes de ação prolongada com estabilizadores de hidratação e permitir redosagem controlada de plastificante em canteiro, sob responsabilidade de laboratorista credenciado, com a mangueira de água definitivamente fora do processo.

No adensamento e preenchimento, a espessura reduzida das paredes (8 a 10 cm), somada à interferência de vergas e tubulações, exige escoamento livre do CAA. Quando há perda de viscosidade por temperatura ou agregados com granulometria desbalanceada, situação frequente na região pela variabilidade das areias de leito de rio, o concreto sofre bloqueio geométrico (*blocking*) sob os peitoris de janelas, gerando vazios ocultos. O controle deve ser contínuo: a cada caminhão-betoneira descarregado, faz-se o ensaio de *slump flow* na pista de acesso do canteiro, garantindo escoamento uniforme entre 650 e 750 mm, sem halos de exsudação periférica (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2021).

O acabamento do topo das paredes e das lajes integradas exige atenção máxima à retração plástica. Mesmo com ventos amenos, o calor equatorial e a radiação sem cobertura fazem a lâmina superior de nata e concreto perder água muito mais rápido do que exsuda, gerando fissuras transversais de até 2 mm de abertura nas primeiras duas horas após a moldagem (REVISTA FOCO, 2023). A boa prática regional é o desempeno mecânico seguido, de imediato, da aspersão em névoa de composto químico formador de membrana de cura, cobrindo todo o topo da parede antes do início da pega plástica.

As operações de cura e desforma fecham o ciclo diário. A prática industrial adota desforma rápida, entre 14 e 20 horas de idade, para liberar os módulos metálicos ao próximo ciclo. No momento da retirada dos painéis, a parede, com umidade interna elevada e calor da hidratação confinada, sofre um choque térmico e secativo com o ar externo. Desprotegida, a superfície perde água capilar, o cimento periférico interrompe a hidratação e aparecem lascamento, esfarelamento e fissuração térmica de retração. Em Manaus, a desforma deve ser seguida de imediato pela aplicação uniforme de agente de cura química reflexiva nas duas faces da parede, e a cura química deve constar como etapa obrigatória do processo, independentemente do número de pavimentos. Em edificações térreas com contato direto com o solo, pode-se adotar, como proteção complementar pontual, mantas geotêxteis (bidim) mantidas umedecidas por aspersão por no mínimo 72 horas, prática que não substitui a cura química como padrão em edifícios de múltiplos pavimentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2023).

4.2 Matriz de requisitos e boas práticas

Tabela 1 – Matriz de requisitos normativos, pontos críticos climáticos de Manaus/AM e boas práticas executivas para paredes de concreto moldadas no local

Etapa executiva	**Requisito normativo (NBR 16055 / NBR 14931)**	**Desvio frequente na literatura**	**Ponto crítico climático em Manaus/AM**	**Boa prática executiva recomendada**
1. Fôrmas e desmoldantes	Estanqueidade absoluta; tolerância de prumo h/500 (máx. ±5 mm); desvios de espessura de ±5 mm.	Fuga de nata na base; aperto incorreto de tirantes; contaminação da fôrma por excesso de óleo.	Painéis metálicos aquecidos acima de 45 °C evaporam desmoldantes com solvente e dessecam a borda de concreto.	Uso de desmoldante vegetal/aquoso; vedação da base com fita compressiva; aspersão prévia para resfriamento dos painéis.
2. Armaduras e embutimentos	Cobrimento mínimo de 15 mm (Classe II); reforço obrigatório em cantos de portas e janelas.	Espaçamento insuficiente; telas soldadas deslocadas e encostadas na fôrma durante montagem.	Umidade relativa contínua de 80% e calor aceleram a corrosão eletroquímica do aço com cobrimento deficitário.	Fixação rígida de 4 a 6 espaçadores plásticos circulares por metro quadrado; amarração mecânica de caixas elétricas à armadura.
3. Transporte e lançamento	Temperatura do concreto no lançamento limitada a 32 °C; proibição da adição avulsa de água.	Retêmpera com água em canteiro para recuperar perda de abatimento decorrente de atrasos.	Ambiente com temperatura acima de 32 °C e trânsito aceleram a perda de abatimento e início de hidratação do C3A.	Concretagens nas primeiras horas da manhã ou turno noturno; caminhões com aditivo estabilizador; redosagem com superplastificante.
4. Adensamento e preenchimento	Preenchimento sem segregação; espalhamento do CAA entre 650 mm e 750 mm (*slump flow*).	Bloqueio de agregados (*blocking*) sob janelas e peitoris; formação de nichos e vazios internos.	Aceleração da perda de fluidez do concreto fluido durante o bombeamento sob sol pleno; variabilidade das areias locais.	Verificação do *slump flow* a cada caminhão-betoneira; controle da viscosidade plástica; velocidade de bombeamento constante.

5. Acabamento	Nivelamento rigoroso de cotas de laje e topo de paredes; ausência de fissuração superficial.	Demora na intervenção inicial e abandono do elemento fresco até o início do endurecimento.	Taxa de evaporação muito superior à exsudação (> 1,0 kg/m²/h), gerando fissuras generalizadas de retração plástica.	Desempeno mecânico padronizado imediato; aplicação em névoa de composto químico de cura antes do fim da concretagem.
6. Cura e desforma	Cura contínua imediata; desforma condicionada à resistência mecânica mínima (3 a 5 MPa).	Desforma precoce (14-20 h) sem nenhuma proteção subsequente; ausência total de cura em paredes.	Secagem superficial acelerada pela combinação de temperatura elevada e insolação pós-desforma, induzindo fissuração e esfarelamento.	Aplicação de membrana de cura química reflexiva em 100% da superfície logo após desforma; manta geotêxtil umedecida apenas como alternativa pontual em edificações térreas com contato com o solo.

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

5 CONCLUSÃO

A pesquisa mostra que o sistema de paredes de concreto moldadas no local é viável, produtivo e vantajoso para enfrentar o déficit habitacional na região amazônica, desde que as peculiaridades climáticas de Manaus/AM entrem, de forma obrigatória, no planejamento executivo do canteiro. Transpor sem ajustes os cadernos de encargos padronizados do Sul e do Sudeste, que ignoram o superaquecimento das fôrmas, a perda acelerada de consistência do concreto fluido e a alta taxa de evaporação superficial, é a principal causa das patologias precoces de fissuração, nichos basais e esfarelamento superficial observadas em empreendimentos locais.

Entre todas as fases analisadas à luz da ABNT NBR 16055, a cura e a manutenção do cobrimento nominal são as variáveis de maior vulnerabilidade técnica em Manaus. A desforma precoce, executada rotineiramente entre 14 e 20 horas, retira a barreira de retenção hídrica justamente sob radiação solar direta, o que reforça a necessidade de monitorar a cura química e úmida com o mesmo rigor dado à montagem topográfica das fôrmas. A Tabela 1

consolida uma ferramenta prática de decisão para engenheiros residentes e equipes de fiscalização das construtoras que atuam no Amazonas.

Como limitação, o estudo se apoia exclusivamente em revisão integrativa da literatura e em análise documental normativa, por causa da escassez de dados experimentais locais publicados e da indisponibilidade temporária de acompanhamento empírico de um ciclo executivo completo em canteiro ativo no município. Os pressupostos aqui sintetizados derivam do cruzamento de parâmetros normativos nacionais com dados meteorológicos oficiais e anomalias relatadas em bibliografia correlata. Para trabalhos futuros, recomenda-se: (a) monitoramento termográfico e higrométrico contínuo em fôrmas de alumínio e paredes reais durante o ciclo de 24 horas em canteiro de Manaus; (b) caracterização laboratorial do comportamento reológico do CAA formulado com agregados miúdos dos leitos de rios da bacia amazônica sob temperaturas de 35 °C; e (c) ensaios comparativos de durabilidade, avaliando a profundidade de carbonatação acelerada entre diferentes membranas de cura química aplicadas em paredes moldadas no clima local.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. B. **Método executivo de casas populares no sistema de paredes de concreto**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) — Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2024.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507. Acesso em: 2 ago. 2026.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 305R-20**: guide to hot weather concreting. Farmington Hills: ACI, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: edificações habitacionais — desempenho. Partes 1 a 6. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**: execução de estruturas de concreto — procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto — procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16055**: parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2026.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2024**. Belo Horizonte: FJP, 2026.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local**: aspectos de controle da execução. São Paulo: IPT, 2021. Disponível em: https://ipt.br/sistema-construtivo-de-paredes-de-concreto-moldadas-no-local-aspectos-de-controle-da-execucao/. Acesso em: 5 ago. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil**: Estação Meteorológica 82331 (Manaus/AM). Brasília: INMET, 2026. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/. Acesso em: 5 ago. 2026.

PONZONI, J. **Paredes de concreto moldadas in loco**: verificação do atendimento às recomendações da norma NBR 16055/2012 nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96297. Acesso em: 6 ago. 2026.

REVISTA FOCO. Estudo de fissuras no sistema de parede de concreto em uma obra na cidade de Manaus - AM. **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 4, 2023. Disponível em: https://focopublicacoes.com.br/foco/article/download/676/549. Acesso em: 4 ago. 2026.

SGOBBI, V. G. *et al.* Um estudo sobre o método construtivo paredes de concreto moldadas in loco: sua execução, vantagens e desvantagens. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 10, e210815, 2021. DOI: https://doi.org/10.47820/recima21.v2i10.815.

VIANA, F. C. **Processo executivo parede de concreto**: Conjunto Cidadão X. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) — Centro Universitário Luterano de Manaus, Manaus, 2011.