

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

VINÍCIUS BERTI MASQUIO

**CONTROLE TECNOLÓGICO EM OBRAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL: ÊNFASE EM BLOCOS DE CONCRETO**

Ilha Solteira
2025

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

VINÍCIUS BERTI MASQUIO

**CONTROLE TECNOLÓGICO EM OBRAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL: ÊNFASE EM BLOCOS DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – UNESP como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Nome do orientador

Jorge Luis Akasaki

Ilha Solteira

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M413c Masquio, Vinicius Berti.
Controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural: ênfase em blocos de concreto / Vinicius Berti Masquio. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
39 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia civil) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
2026

Orientador: Jorge Luís Akasaki

Inclui bibliografia

1. Alvenaria estrutural. 2. Controle tecnológico. 3. Blocos de concreto. 4.
Ensaio de resistência. 5. Conformidade normativa.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: **VINICIUS BERTI MASQUIO**

Título: **CONTROLE TECNOLÓGICO EM OBRAS DE ALVENARIA
ESTRUTURAL: ÊNFASE EM BLOCOS DE CONCRETO**

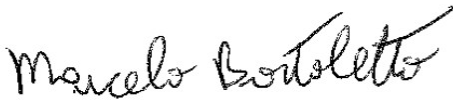
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Ilha Solteira

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Luis Akasaki
(Orientador)

Prof. Dr. Flávio Hiochio Sato
(Examinador)



Prof. Dr. Marcelo Bortoletto
(Examinador)

Ilha Solteira

15/06/2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos professores, que compartilharam não apenas conhecimento, mas também inspiração e dedicação ao longo de toda a minha formação acadêmica.

Aos orientadores e docentes envolvidos neste trabalho, deixo meu reconhecimento pelo apoio, paciência e incentivo, fundamentais para a concretização deste estudo.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e para minha jornada de aprendizado.

"We are all travelers of time, carrying the weight of yesterday, avoiding shame and chasing the promise of tomorrow." Frase do autor

RESUMO

O presente trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar os métodos de controle tecnológico vigentes aplicados à alvenaria estrutural de blocos de concreto no Brasil, enfatizando sua importância na qualidade, segurança e durabilidade das construções. A pesquisa se baseia em revisão bibliográfica, normas técnicas e experiência em casos em obras no interior de São Paulo. Tornou-se evidente a necessidade de maior organização e padronização dos processos de controle tecnológico, propondo diretrizes práticas para a atuação de engenheiros, mestres de obras e empresas terceirizadas de controle tecnológico.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, Controle tecnológico, Blocos de concreto; Ensaio de resistência; Conformidade normativa.

ABSTRACT

This Undergraduate Thesis aims to analyze the current control methods applied to structural masonry using concrete blocks in Brazil, emphasizing their importance in ensuring the quality, safety, and durability of buildings. The research is based on a literature review, technical standards, and practical experience in construction projects located in the interior region of São Paulo. The study highlights the need for greater organization and standardization of technological control processes, proposing practical guidelines for engineers, site supervisors, and third-party testing companies involved in quality control activities.

Keywords: Structural masonry; Technological control; Concrete blocks; Compressive strength tests; Regulatory compliance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmides egípcias, forma mais antiga de alvenaria estrutural	p.16
Figura 2 – Blocos de concreto.....	p. 19
Figura 3 – Blocos estruturais cerâmicos	p. 20
Figura 4 – Forma para argamassa	p. 26
Figura 5 – Forma corpo de prova 10x20	p. 29
Figura 6 – Operador da ABCP realizando extração de testemunho de laje	p. 33
Figura 7 – Prismas ocos e cheios	p. 34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
STBD	Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Unesp	Universidade Estadual Paulista
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
CP	Corpo de Prova
fak	Resistência da Argamassa
fbk	Resistência do Bloco
fck	Resistência característica do Concreto
fcm	média das resistências
MPa	Mega Pascal
NBR	Norma Brasileira

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área da seção carregada (mm^2)
F	carga de ruptura na prensa(N)
f	resistência a compressão (MPa)
s	desvio padrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivos Gerais	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Evolução Histórica da Alvenaria Estrutural	15
3.2 Conceitos Fundamentais da Alvenaria Estrutural	17
3.3 Blocos para Alvenaria Estrutural	18
3.4 Argamassa de Assentamento	21
3.5 Concreto e Graute	23
3.6 Prismas na Alvenaria Estrutural	24
3.7 Controle Tecnológico na Construção Civil	24
3.8 Desafios Contemporâneos no Controle Tecnológico	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 Considerações Iniciais	26
4.2 Ensaio de Blocos	26
4.3 Ensaios de Argamassa	28
4.4 Concreto e Graute	29
4.5 Uso de Desmoldantes	32
4.6 Controle de Temperatura de Cura	33
4.7 Retrabalho	34
4.8 Prismas	35
4.9 Considerações Gerais	37
5 CONCLUSÃO	40
5.1 Conclusão.....	40
5.2 Recomendação para trabalhos futuros	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

O controle tecnológico constitui-se em um dos pilares essenciais para assegurar a qualidade, a segurança e a durabilidade das construções modernas. No cenário da engenharia civil, sua aplicação se mostra indispensável para o acompanhamento criterioso dos processos construtivos, possibilitando a verificação contínua do atendimento às especificações técnicas, às normas vigentes e aos parâmetros de desempenho previamente estabelecidos em projeto.

No contexto específico da alvenaria estrutural de blocos de concreto, este sistema tem se consolidado como uma alternativa amplamente adotada por grandes construtoras, especialmente no interior do estado de São Paulo, devido à sua eficiência na racionalização da obra e à agilidade proporcionada na execução. Essa técnica, além de reduzir etapas construtivas, apresenta significativa economia de tempo e recursos quando comparada a métodos convencionais, fator que a torna ainda mais atrativa em empreendimentos de médio e grande porte.

Entretanto, para que os benefícios associados à alvenaria estrutural possam ser plenamente alcançados, torna-se imprescindível a implementação de um controle tecnológico sistemático e bem estruturado. A adoção de procedimentos adequados e a observância às normas técnicas que regem a execução desse tipo de estrutura são determinantes não apenas para minimizar desperdícios de materiais e de mão de obra, mas também para otimizar o desempenho da edificação como um todo, garantindo sua conformidade com as exigências legais e de mercado.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar o controle tecnológico aplicado à alvenaria estrutural, correlacionando os procedimentos executivos com as exigências das normas técnicas vigentes.

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivos Gerais*

O presente trabalho tem como objetivo demonstrar as principais técnicas aplicáveis à execução de obras civis em alvenaria estrutural, com ênfase nos principais métodos utilizados na construção de obras no interior do Estado de São Paulo, correlacionando os métodos construtivos utilizados em campo com as exigências das normas técnicas vigentes, considerando a realidade prática das obras, as limitações operacionais e os recursos disponíveis, baseando-se em revisão normativa. Busca-se, ainda, contribuir para a compreensão dos procedimentos técnicos adotados na execução desse sistema construtivo, evidenciando a importância da correta aplicação das normas como ferramenta para garantir a qualidade, a segurança, o desempenho e a conformidade das edificações executadas em alvenaria estrutural.

2.2. *Objetivos Específicos*

Este trabalho tem foco em analisar qualitativamente as dificuldades físicas, econômicas, sociais e humanas de se realizar todos os ensaios previstos em normas e de que forma essas dificuldades podem ser amenizadas com base em outros artigos e também na experiência do autor. Além de sugerir melhorias baseadas em tecnologia.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1. *Evolução Histórica da Alvenaria Estrutural*

A alvenaria estrutural remete aos primórdios da humanidade, quando o ápice da tecnologia de aglomerantes era o barro. Civilizações antigas como os egípcios, romanos e mesopotâmicos já utilizavam elementos de alvenaria com função estrutural na construção de casas, templos, aquedutos e algumas das edificações monumentais que resistem até hoje (figura 1). O sistema baseava-se no empilhamento de blocos de pedra ou tijolos maciços, onde as próprias paredes desempenhavam função resistente, dispensando estruturas independentes. (LIMA, 2022)

Figura 1: pirâmides egípcias, forma mais antiga de alvenaria estrutural



Fonte: National Geographic Brasil (2026).

Com a Revolução Industrial e o avanço dos materiais metálicos e do concreto armado no final do século XIX e início do século XX, a alvenaria estrutural perdeu espaço para sistemas aporticados. Entretanto, a partir da segunda metade do século XX, o desenvolvimento de blocos industrializados de concreto e cerâmicos, aliado à necessidade de racionalização construtiva, promoveu a retomada da alvenaria estrutural como sistema competitivo, especialmente em edificações de pequeno e médio porte.

No Brasil, a consolidação técnica da alvenaria estrutural ocorreu principalmente a partir da década de 1970, com o avanço da industrialização da construção civil e o desenvolvimento de normas técnicas específicas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. A normalização trouxe critérios claros para dimensionamento, execução e controle tecnológico, contribuindo para a difusão segura do sistema.

Atualmente, a alvenaria estrutural é amplamente empregada em empreendimentos habitacionais, edifícios residenciais de múltiplos pavimentos e obras de interesse social, sendo reconhecida pela eficiência produtiva, redução de desperdícios e racionalização do processo construtivo.

Segundo a Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE, 2025), a escassez de mão de obra qualificada na construção civil tem impactado os custos e a execução das obras no país, especialmente no estado de São Paulo, também ficou evidente a falta de profissionais de nível técnico, dentre profissionais sem formação técnica e alguma experiência de obra e profissionais com formação técnica e pouca experiência, resta uma lacuna de profissionais de nível técnico que irá realizar tarefas repetitivas, que exige físico muitas vezes, mas que também é necessário conhecimento técnico para não gerar falhas de controle tecnológico dos materiais.

3.2. Conceitos Fundamentais da Alvenaria Estrutural

A alvenaria estrutural pode ser definida como o sistema construtivo no qual as paredes desempenham simultaneamente as funções de vedação e estrutura resistente, suportando cargas verticais e horizontais provenientes da edificação.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas por meio da NBR 16868:2020, a alvenaria estrutural deve atender requisitos de segurança, estabilidade, durabilidade e desempenho estrutural, sendo composta basicamente por:

- Blocos estruturais (cerâmicos ou de concreto);
- Argamassa de assentamento;
- Graute;
- Armaduras (quando previstas em projeto);

Diferentemente do sistema convencional em concreto armado, onde vigas e pilares absorvem os esforços estruturais, na alvenaria estrutural as cargas são distribuídas ao longo das paredes portantes. Essa característica exige rigor no alinhamento, prumo, modulação e controle de qualidade dos materiais empregados.

3.3. Blocos para Alvenaria Estrutural

Os blocos utilizados na alvenaria estrutural constituem o principal elemento resistente do sistema, sendo responsáveis por absorver e transmitir as cargas verticais e horizontais da edificação até a fundação. Diferentemente dos blocos de vedação, os blocos estruturais são dimensionados e produzidos com requisitos específicos de resistência mecânica, precisão geométrica e controle de qualidade, permitindo que as paredes desempenhem simultaneamente função estrutural e de vedação. Para isso, um bloco estrutural é considerado aquele que tenha resistência característica (f_{bk}) mínima de 4 Mpa, de acordo com a NBR 6136.

De maneira geral, os blocos estruturais podem ser classificados quanto ao material de fabricação e quanto à função que exercem dentro da modulação construtiva. No Brasil, destacam-se principalmente os blocos de concreto e os blocos cerâmicos estruturais.

Os blocos vazados de concreto simples são amplamente utilizados em edificações residenciais e comerciais de pequeno e médio porte. Produzidos a partir de cimento, agregados e água, apresentam boa regularidade dimensional, resistência mecânica adequada e facilidade de produção industrial em larga escala. Seus requisitos técnicos são definidos principalmente pela NBR 6136 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que estabelece critérios relativos à resistência à compressão, absorção de água, tolerâncias dimensionais e aceitação do produto.

Embora os blocos estruturais de concreto e os blocos cerâmicos sejam os materiais mais empregados na alvenaria estrutural brasileira, existem outros tipos de unidades que podem desempenhar função estrutural em aplicações específicas, como os blocos sílico-calcários, os blocos de concreto celular autoclavado (CCA) e os blocos de solo-cimento. Os blocos sílico-calcários apresentam elevada precisão dimensional, bom acabamento superficial e resistência mecânica adequada, porém possuem baixa disponibilidade no mercado nacional. Os blocos de concreto celular autoclavado destacam-se pelo baixo peso próprio e pelo excelente desempenho térmico e acústico, embora sua utilização estrutural ainda seja limitada no Brasil. Já os blocos de solo-cimento apresentam vantagens relacionadas à sustentabilidade e ao menor consumo de recursos naturais, porém exigem rigoroso controle de fabricação e têm aplicação estrutural restrita. Apesar da existência desses materiais, o presente trabalho concentra-se nos blocos estruturais de concreto (Figura 2), por

serem os mais difundidos na construção civil brasileira, amplamente contemplados pelas normas técnicas vigentes e predominantes nas edificações objeto deste estudo.

Figura 2: blocos de concreto



Fonte: TECNOBLOCO. *Quais são os tipos de blocos de concreto?* Disponível em: <https://tecnobloco.com.br/quais-sao-os-tipos-de-blocos-de-concreto/>. Acesso em: 16 jan. 2026.

Já os blocos cerâmicos estruturais são fabricados a partir de argila submetida à queima em altas temperaturas. Apresentam menor peso próprio em comparação aos blocos de concreto e podem oferecer melhor desempenho térmico e acústico, dependendo da geometria interna e da qualidade de fabricação. Sua aplicação também está condicionada ao atendimento às exigências normativas específicas quanto à resistência e controle dimensional.

Figura 3: blocos estruturais cerâmicos



Fonte: BLOCO ESTRUTURAL. *Confira o catálogo dos nossos blocos cerâmicos estruturais.* Disponível em:

<https://blocoestrutural.com.br/blog/2021/09/29/confira-o-catalogo-dos-nossos-blocos-cerâmicos-estruturais/>. Acesso em: 4 jan. 2026.

Além da distinção quanto ao material, os blocos estruturais variam conforme sua função na execução da alvenaria. Existem blocos inteiros utilizados na maior parte das paredes portantes, meios blocos destinados à adequação da modulação

horizontal, blocos canaleta empregados na execução de cintas, vergas e contravergas, além de peças especiais para encontros de paredes e ajustes verticais. A correta utilização desses elementos é fundamental para evitar improvisações em obra, como cortes inadequados, desalinhamentos ou descontinuidades estruturais que possam comprometer o desempenho global da edificação.

A resistência característica à compressão, f_{bk} , é um dos principais parâmetros de projeto e controle tecnológico. Esse valor deve ser especificado em projeto estrutural conforme as solicitações atuantes, número de pavimentos e combinações de cargas previstas. Blocos com maior resistência são geralmente empregados em pavimentos inferiores, onde as tensões são mais elevadas, enquanto classes menores podem ser utilizadas em edificações de menor porte ou em níveis superiores.

Aspectos como regularidade dimensional, integridade física, absorção de água e rastreabilidade dos lotes também influenciam diretamente o desempenho da alvenaria estrutural. Desvios dimensionais excessivos podem aumentar o consumo de argamassa, comprometer o prumo e gerar concentrações de tensão indesejadas. Por essa razão, o controle de qualidade na fabricação e a verificação em obra são etapas essenciais para garantir conformidade com as especificações de projeto.

Quando o fabricante possui certificação de conformidade, pode haver redução na necessidade de ensaios complementares em obra, desde que atendidos os critérios previstos na NBR 16868-2:2020, especialmente quanto à frequência de ensaios de prisma e aos limites de resistência estabelecidos. Ainda assim, a responsabilidade técnica pela verificação da conformidade do material aplicado permanece vinculada ao sistema de controle tecnológico da obra.

Dessa forma, a escolha adequada do tipo de bloco, associada ao correto planejamento de modulação e ao controle rigoroso de qualidade, constitui etapa fundamental para o desempenho estrutural, a estabilidade e a durabilidade da edificação executada em alvenaria estrutural.

3.4. Argamassa de Assentamento

A argamassa de assentamento tem como sua principal finalidade é promover a solidarização das unidades, garantindo a transmissão uniforme das cargas entre

os elementos estruturais, distribuindo as tensões e compensando pequenas irregularidades dimensionais dos blocos. Além disso, contribui para o alinhamento, nivelamento e prumo das paredes, influenciando diretamente a estabilidade, a durabilidade e o desempenho estrutural da edificação.

Na alvenaria estrutural, as juntas de assentamento apresentam, em geral, espessura nominal de aproximadamente 10 mm, devendo ser executadas de forma contínua e uniforme para evitar concentrações localizadas de tensões. Juntas com espessura excessiva ou preenchimento inadequado podem comprometer a distribuição dos esforços, aumentar a deformabilidade da parede e favorecer o surgimento de fissuras.

A resistência da argamassa deve ser compatível com as características dos blocos estruturais e com as solicitações previstas em projeto, não existindo um valor mínimo único estabelecido pela NBR 16868. Na prática da construção civil, são frequentemente utilizadas argamassas com resistência à compressão entre 6 MPa e 10 MPa, conforme especificação do projeto estrutural. O emprego de argamassas excessivamente resistentes nem sempre resulta em melhor desempenho da alvenaria, uma vez que pode reduzir a capacidade de acomodação de pequenas deformações e favorecer a concentração de tensões nos blocos.

Quanto à forma de fornecimento, a argamassa pode ser produzida em obra ou industrializada. As argamassas preparadas em obra exigem controle rigoroso da dosagem dos materiais, da qualidade dos agregados e da quantidade de água adicionada, fatores que influenciam diretamente sua resistência e trabalhabilidade. Já as argamassas industrializadas, fornecidas prontas para uso ou na forma de mistura seca, apresentam maior uniformidade das propriedades mecânicas, controle de qualidade durante a fabricação, redução de desperdícios e menor dependência da habilidade da mão de obra durante o preparo, sendo cada vez mais empregadas em obras de alvenaria estrutural.

O controle tecnológico da argamassa é realizado por meio de ensaios laboratoriais que verificam se suas propriedades atendem às especificações do projeto e às exigências normativas. A NBR 13279 estabelece os métodos para determinação da resistência à compressão e da resistência à tração na flexão da argamassa endurecida. Para esses ensaios, normalmente são moldados corpos de prova prismáticos com dimensões de 40 × 40 × 160 mm, dos quais são obtidos corpos para os ensaios de compressão após o rompimento inicial à flexão, ou

corpos de prova cúbicos de 40 × 40 × 40 mm, conforme o procedimento adotado pelo laboratório. Os ensaios são realizados, em geral, nas idades de 7 e 28 dias, permitindo acompanhar o desenvolvimento da resistência ao longo do processo de cura.

Os resultados obtidos nesses ensaios exercem influência direta sobre a resistência dos prismas e, conseqüentemente, sobre o comportamento global da alvenaria estrutural. Dessa forma, a adequada especificação da argamassa, aliada ao correto preparo, aplicação e controle tecnológico, constitui requisito fundamental para garantir o desempenho, a segurança e a durabilidade das edificações executadas em alvenaria estrutural.

3.5. Concreto e Graute

O concreto e o graute exercem funções complementares na alvenaria estrutural. O concreto é empregado nos elementos estruturais convencionais da edificação, como fundações, lajes e vigas de respaldo, enquanto o graute é destinado ao preenchimento dos vazios dos blocos estruturais, especialmente em regiões com armadura ou necessidade de reforço resistente.

O graute caracteriza-se por maior fluidez e granulometria controlada, permitindo o preenchimento adequado das células dos blocos sem formação de vazios. Sua resistência deve ser compatível com as exigências do projeto estrutural, uma vez que passa a atuar de forma solidária com os blocos e armaduras na absorção de esforços.

O controle tecnológico de ambos os materiais segue os procedimentos estabelecidos nas NBR 5738 e NBR 5739 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que tratam da moldagem, cura e ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. As amostras devem ser devidamente identificadas e submetidas a cura controlada, sendo os resultados comparados às resistências especificadas em projeto.

Em sistemas de alvenaria estrutural, o controle do graute assume especial relevância, pois sua não conformidade pode comprometer diretamente a capacidade resistente das paredes portantes. De modo geral, os locais mais comuns de aplicação são as paredes portantes submetidas a maiores esforços, as extremidades e encontros de paredes, as laterais de aberturas de portas e janelas,

as regiões de apoio de vigas e lajes, os pontos de concentração de cargas e os locais destinados à ancoragem de elementos estruturais. A correta execução do grauteamento é fundamental para garantir o desempenho estrutural da edificação, uma vez que falhas no preenchimento das células dos blocos podem comprometer a resistência e a estabilidade do sistema.

3.6. Prismas na Alvenaria Estrutural

O ensaio de prisma é considerado o principal parâmetro de verificação da resistência da alvenaria estrutural executada. Diferentemente do ensaio isolado do bloco, o prisma representa o comportamento conjunto bloco + argamassa (e eventualmente graute).

A NBR 16868-2:2020 estabelece critérios para preparo, cura e ensaio de prismas, incluindo exigências quanto ao número mínimo de amostras e frequência de ensaio. O controle por meio de prismas permite avaliar de forma mais realista o desempenho da parede executada, sendo, em determinadas condições, suficiente para dispensar o ensaio individual de blocos, desde que atendidos os critérios normativos.

3.7. Controle Tecnológico na Construção Civil

O controle tecnológico pode ser definido como o conjunto de procedimentos técnicos destinados a verificar se os materiais e serviços executados atendem às especificações de projeto e às normas técnicas vigentes.

Na construção civil, o controle tecnológico está diretamente associado à garantia da qualidade, redução de patologias, mitigação de riscos estruturais e prevenção de retrabalhos.

Na alvenaria estrutural, o controle assume papel ainda mais relevante, pois a estrutura e a vedação constituem um único sistema. Qualquer falha no controle de materiais ou execução pode comprometer diretamente a segurança da edificação.

A implementação eficiente do controle tecnológico exige planejamento prévio, definição clara de responsabilidades, rastreabilidade documental e integração entre construtora, empreiteiros e laboratório de ensaios.

3.8. Desafios Contemporâneos no Controle Tecnológico

Apesar do avanço normativo, a aplicação prática do controle tecnológico enfrenta desafios como:

- Escassez de mão de obra qualificada;
- Rotatividade de profissionais;
- Dificuldades logísticas no armazenamento de corpos de prova;
- Custos associados à terceirização de laboratórios;
- Falhas de rastreabilidade documental.

Esses fatores podem comprometer a eficiência do sistema de controle e impactar prazos e custos das obras, tornando necessário o desenvolvimento de estratégias gerenciais que conciliem rigor técnico e viabilidade operacional.

Baseado na experiência do autor, esse serviço de controle tecnológico, normalmente terceirizado, muitas vezes é caro pra quem paga (a empreiteira) e pouco pro profissional que ali atua, a empresa de controle tecnológico tem dificuldade de atrair financeiramente alguém com experiência, pois esse poderia estar ganhando mais em outras áreas, como encarregado, mestre de obras ou até mesmo pedreiro por estar num modelo de pagamento por empreita. Se por um lado, a empreiteira esbarra no custo de ter um laboratório próprio, os custos da mão de obra formal e legislação trabalhista e tributária do Brasil, por outro, os laboratórios terceirizados esbarram na dificuldade de monitorar técnicos espalhados pelo estado ou até pelo país, enquanto assume os riscos da responsabilidade técnica do serviço.

4. METODOLOGIA

4.1. Considerações iniciais

O controle tecnológico na alvenaria estrutural com blocos de concreto, conforme estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, especialmente pela NBR 16868, compreende a verificação sistemática dos materiais e elementos que compõem o sistema estrutural, com o objetivo de garantir o atendimento às exigências de projeto e desempenho.

De modo geral, o controle envolve a avaliação dos seguintes componentes:

- Concreto e graute;
- Argamassa de assentamento;
- Blocos estruturais;
- Prismas, tanto ocos quanto grauteados.

Cada um desses elementos é submetido a procedimentos específicos de amostragem e ensaio, permitindo a análise da resistência mecânica, conformidade dimensional e desempenho estrutural do conjunto.

Em geral, o corpo de prova é levado a falha por uma prensa hidráulica, onde:

$$f = \frac{F}{A}$$

É aconselhável ter uma prensa leve, com capacidade de romper tanto os prismas como os corpos de prova cilíndricos.

4.2. Ensaio de blocos

O ensaio de blocos estruturais tem como principal finalidade determinar a resistência à compressão do elemento individual, verificando se o material atende à resistência característica especificada em projeto. Para blocos de concreto, os procedimentos são estabelecidos na NBR 6136 e complementados pelos critérios de controle previstos na NBR 16868 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

De acordo com a norma, os blocos devem ser previamente identificados, inspecionados visualmente e submetidos à verificação dimensional. Antes do ensaio

de compressão, realiza-se o capeamento das faces de apoio, quando necessário, a fim de garantir distribuição uniforme das tensões durante o carregamento.

O ensaio é executado em prensa hidráulica calibrada, aplicando-se carga axial crescente até a ruptura do bloco. A resistência à compressão é obtida pela relação entre a carga máxima aplicada e a área bruta de compressão do bloco. Os resultados são então comparados aos valores mínimos estabelecidos para a classe de resistência especificada.

Além da resistência mecânica, a norma também prevê controle de absorção de água e tolerâncias dimensionais, fatores que influenciam diretamente o desempenho da alvenaria estrutural.

A frequência de ensaios está vinculada ao conceito de lote. Segundo a NBR 6136 e os critérios de controle da NBR 16868 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, o controle deve ser feito por amostragem representativa do lote recebido na obra.

De forma geral:

- Um lote é composto por blocos de mesma fabricação, mesma classe de resistência e mesma data de produção.
- A norma estabelece número mínimo de unidades a serem coletadas por lote para ensaio.
- Normalmente são coletadas amostras suficientes para determinar a resistência característica, o que envolve múltiplas unidades (não apenas um bloco isolado).

Em prática corrente de mercado:

- Retiram-se 6 blocos por lote para ensaio de compressão.
- Parte deles pode ser utilizada para verificação dimensional e absorção.
- O resultado é analisado estatisticamente para verificar conformidade.

contudo, na prática, em obras de grande porte, é preferível comprar blocos certificados pelas normas ABNT 15270 e 6136, para atender o item 8.2.1 da NBR 16868-2:2020, que diz:

o controle de blocos pode ser dispensado caso:

- a) certificação de conformidade das NBR's 15270 e 6136;
- b) Fbk menor ou igual a 14Mpa;
- c) Realização de ensaio de prisma em todos os pavimentos

Visto que a diferença de preço de blocos certificados não é tão grande e quantidade de ensaios que teria que ser realizada, observamos que:

- Em obras de pequeno porte: não é desejável o custo de se ter um técnico para ensaiar todos os lotes
- Em obras de grande porte: são lotes demais para serem ensaiados

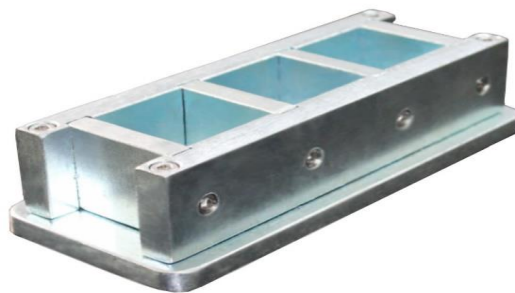
Além disso, o ensaio dos blocos não dispensa o ensaio dos prismas, mas para blocos certificados, o ensaio dos prisma, se seguido os critérios da norma 16868-2:2020, dispensa o ensaio dos blocos

4.3. Ensaios de argamassa

Este ensaio se demonstra o mais simples, pois a geometria diminuta do corpo de prova permite fácil transporte e armazenamento e segue o mesmo padrão para se tratar de argamassa usinada ou feita in loco.

São feitos 6 corpos, moldados na forma da Figura 4, desenformados depois de 24 horas, 3 para serem rompidos com 7 dias e 3 com 28 dias.

Figura 4: forma para argamassa



Fonte: DIDÁTICA SP. *Forma para argamassa 40 × 40 × 40 mm tripla*. [s.d.]. Disponível em: <https://www.didaticasp.com.br/forma-para-argamassa-40x40x40mm-tripla>. Acesso em: 04 jan. 2026.

Entre as possíveis dificuldades, está a disponibilidade de formas do laboratório em relação a velocidade de execução da obra e que geralmente a prensa disponível em obra rompe apenas corpos de prova maiores, nesse caso sendo necessário o transporte para alguma sede da empresa que presta os serviços de laboratório e o atraso pode gerar:

- Atraso na liberação de serviços alvenaria/revestimento
- Paralisação parcial da obra
- Retrabalho se o resultado reprovar
- Atraso no cronograma físico
- Impacto no custo indireto (mão de obra ociosa, equipamentos)

Quando os corpos de prova de argamassa não atingem a resistência especificada(fak) aos 7 ou 28 dias, as medidas corretivas dependem da fase da obra.

Se identificado precocemente, pode-se ajustar o traço, controlar melhor a dosagem de água ou substituir o fornecedor. Entretanto, caso a alvenaria já esteja executada, a baixa resistência pode comprometer:

- A capacidade de redistribuição de tensões;
- A aderência entre blocos;
- O comportamento global dos prismas.

As patologias associadas incluem fissuração vertical nas juntas, perda de rigidez da parede e, em casos mais severos, esmagamento localizado sob cargas concentradas.

4.4. Concreto e Graute

O concreto e o graute utilizados na alvenaria estrutural seguem, quanto ao controle tecnológico, os mesmos procedimentos de moldagem e ensaio de corpos de prova cilíndricos, usualmente nas dimensões 10 x 20 cm ou 15 x 30 cm, conforme estabelecido na NBR 5738 e na NBR 5739 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Na prática de obra, o corpo de prova 10 x 20 cm é o mais utilizado, por apresentar menor peso, facilidade de transporte, menor volume de armazenamento e maior praticidade na moldagem, especialmente em obras com grande quantidade de lançamentos diários.

O graute, embora possua maior fluidez e função específica de preenchimento de vazios estruturais, segue os mesmos princípios de controle quanto à moldagem, adensamento, identificação e cura dos corpos de prova. A resistência obtida nesses

ensaios é determinante para validar a capacidade estrutural das regiões grauteadas, sobretudo em trechos com armadura.

Dificuldades Operacionais:

Por se tratar da moldagem mais tradicional na construção civil, é relativamente simples encontrar profissionais capacitados para executar o procedimento. Entretanto, justamente por ser o material mais utilizado na obra, seja em fundações, lajes, vigas, cintas ou preenchimentos estruturais, há grande volume de corpos de prova gerados diariamente.

Esse elevado volume exige organização rigorosa quanto à identificação, armazenamento e rastreabilidade, devendo atender integralmente aos critérios normativos de cura e controle. É nesse ponto que surgem as principais dificuldades práticas de obra, destacando-se:

- Rastreabilidade: necessidade de referenciar adequadamente cada corpo de prova, vinculando-o ao elemento estrutural correspondente (pavimento, eixo, data, caminho betoneira ou traço específico), garantindo que o tempo de cura submersa não comprometa a identificação.
- Legibilidade e padronização dos registros: em ambientes com rotatividade de funcionários, anotações informais ou marcações inadequadas podem resultar em perda de informação, troca de amostras ou rompimento indevido de corpos de prova.
- Armazenamento adequado: os corpos de prova devem permanecer protegidos contra vibrações, impactos, exposição solar excessiva ou variações térmicas significativas antes da cura submersa.
- Acessibilidade e logística interna: o concreto ou graute produzido em obra ou usinado deve estar simultaneamente acessível para aplicação estrutural e para coleta das amostras. Percursos com degraus, solo irregular, rampas improvisadas ou caminhos estreitos dificultam o transporte seguro dos moldes recém-preenchidos, podendo causar segregação do material, perda de material ou alteração do adensamento.

Lembrando que a resistência característica do concreto é um conceito estatístico dado por:

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,65 \cdot s$$

Além disso é necessário destacar a importância da rastreabilidade, Os critérios de registro e rastreabilidade assumem papel central na confiabilidade do controle tecnológico. Em obras com menor nível de organização administrativa, onde há maior rotatividade de equipes e ausência de padronização documental, a probabilidade de perda de informação é significativamente maior.

A ausência de rastreabilidade adequada pode resultar em:

- Impossibilidade de associar resultado de ensaio ao elemento estrutural executado;
- Necessidade de ensaios complementares;
- Insegurança na liberação de etapas subsequentes;
- Risco de decisões técnicas baseadas em dados inconsistentes.

No caso específico do graute em alvenaria estrutural, essa falha pode ser ainda mais crítica, uma vez que as regiões grauteadas frequentemente concentram armaduras e assumem papel fundamental na capacidade resistente da parede.

Assim, embora a moldagem de corpos de prova cilíndricos seja procedimento tecnicamente consolidado, sua execução em larga escala exige planejamento logístico, padronização de identificação e controle rigoroso de armazenamento, sob pena de comprometer a confiabilidade do sistema de controle tecnológico como um todo.

Figura 5 : forma corpo de prova 10x20



Fonte: MAQBLOCOS. *Corpo de prova 10x20, 15x30 e 05x10*. Disponível em: <https://www.maqblocos.com.br/produtos/corpo-de-prova-10x20-15x30-05x10/349>. Acesso em: 16 jan. 2026.

4.5. Uso de desmoldantes

A aplicação adequada de desmoldante nas formas utilizadas para moldagem de corpos de prova de argamassa no concreto e graute é procedimento essencial para assegurar a integridade geométrica das amostras e a confiabilidade dos ensaios de resistência à compressão.

O desmoldante tem como função principal reduzir a aderência entre o material cimentício fresco e a superfície interna da forma, permitindo a desforma sem provocar fissuras, lascamentos, arrancamentos superficiais ou deformações que possam comprometer o resultado do ensaio. Conforme os procedimentos estabelecidos na NBR 5738 e demais normas correlatas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, as formas devem estar limpas, estanques e levemente untadas com produto que não reaja quimicamente com o concreto nem altere suas características físicas.

Na prática de obra, é comum a utilização de diesel ou outros óleos minerais como agentes desmoldantes, principalmente pela facilidade de acesso e baixo custo, entretanto tais produtos não são tecnicamente recomendados para essa finalidade em ensaios laboratoriais, pois podem provocar:

- Contaminação superficial do corpo de prova;
- Alteração da hidratação na camada externa do concreto ou argamassa;
- Formação de película oleosa que interfere na aderência entre blocos e argamassa, no caso de prismas;
- Micro defeitos superficiais que influenciam a distribuição uniforme de tensões durante o ensaio de compressão.

Além disso, o uso excessivo de qualquer desmoldante — inclusive os apropriados — pode causar escorrimento para o interior da forma, alterando a superfície de contato e, conseqüentemente, influenciando os resultados obtidos.

Essas interferências podem gerar valores de resistência inconsistentes, seja por redução localizada da seção resistente, seja por falhas superficiais que atuem como pontos de concentração de tensões. Em controle tecnológico, pequenas variações podem resultar em reprovação indevida de lotes ou, inversamente, aceitação de materiais que não representam fielmente a realidade estrutural.

Dessa forma, recomenda-se a utilização de desmoldantes específicos para moldagem de corpos de prova, aplicados em camada fina e uniforme, com controle visual prévio à concretagem. Embora seja um procedimento simples, sua execução adequada integra o conjunto de boas práticas que garantem precisão, rastreabilidade e confiabilidade dos ensaios realizados em obra.

4.6. Controle de temperatura de cura e dificuldades práticas em obra

As normas técnicas que regulamentam a moldagem e cura de corpos de prova, como a NBR 5738 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, estabelecem limites de temperatura para armazenamento e cura submersa, geralmente situados em torno de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ para condições padronizadas de ensaio.

O objetivo desse controle é garantir uniformidade nos resultados, reduzindo variações na velocidade de hidratação do cimento, que é diretamente influenciada pela temperatura. Quanto maior a temperatura, mais rápida tende a ser a hidratação inicial; em temperaturas mais baixas, o desenvolvimento de resistência ocorre de forma mais lenta.

Entretanto, no ambiente de obra, especialmente em canteiros a céu aberto e em regiões com variações térmicas significativas ao longo do dia, torna-se extremamente difícil garantir que os tanques de cura permaneçam rigorosamente dentro do intervalo normativo. Oscilações climáticas, exposição solar indireta, sombreamento parcial e ausência de controle térmico automatizado contribuem para variações inevitáveis.

Além disso, a simples alteração da temperatura da água nos tanques não é procedimento trivial. Exige monitoramento contínuo, termômetros calibrados e, idealmente, sistemas de aquecimento ou resfriamento — recursos que nem sempre estão disponíveis em laboratórios de obra. Em muitos casos, a correção depende da troca manual de água ou da adição de gelo ou água aquecida, métodos que apresentam baixa precisão e pouca estabilidade térmica ao longo do dia.

Essa dificuldade prática não significa descumprimento intencional da norma, mas evidencia o desafio de reproduzir, em ambiente de obra, as condições ideais de laboratório. Pequenas variações térmicas podem influenciar os resultados dos ensaios, especialmente nas idades iniciais (7 dias), exigindo interpretação técnica

criteriosa quando os valores obtidos se aproximam dos limites mínimos especificados.

4.7. Retrabalho

O não atendimento aos valores mínimos de resistência estabelecidos em projeto e nas normas técnicas implica, necessariamente, na adoção de medidas corretivas. O retrabalho, nesse cenário, não se limita à repetição de ensaios, mas pode envolver intervenções estruturais com impactos técnicos, econômicos e operacionais relevantes, como a extração de testemunho representada na Figura 6.

Quando o concreto ou graute apresenta resistência inferior à especificada, a situação é mais crítica, especialmente em regiões grauteadas com armadura.

As possíveis medidas incluem:

- Extração de testemunhos;
- Ensaio complementar;
- Reforço estrutural localizado;
- Demolição parcial e recomposição.

Caso o problema não seja sanado, podem ocorrer:

- Redução da capacidade resistente à compressão;
- Fissuração vertical nas paredes portantes;
- Perda de aderência aço-Graute;
- Comprometimento da estabilidade global da edificação.

Em alvenaria estrutural, onde não há redundância estrutural significativa como em sistemas aporticados, falhas no Graute podem gerar efeitos localizados e progressivos mais severos.

Figura 6: operador da ABCP realizando extração de testemunho de laje



- Fonte: Autor (2024)

4.8. Prismas

Os ensaios de prismas são os que melhor representam o comportamento real da alvenaria estrutural em obra, pois avaliam o conjunto bloco–argamassa–graute trabalhando de forma solidária. Por esse motivo, constituem uma das etapas mais relevantes do controle tecnológico.

As principais dificuldades nessa fase estão associadas à logística de recebimento dos blocos, à correta identificação e rastreabilidade dos lotes e ao próprio peso e volume dos prismas moldados (Figura 7). Dependendo da tipologia, um prisma grauteado pode ultrapassar 40 a 50 kg, o que exige planejamento adequado para transporte, armazenamento e posicionamento para ensaio.

Nessa etapa evidencia-se a importância do planejamento do canteiro de obras. É fundamental que exista uma área organizada para conferência do lote

recebido, separação de amostras e moldagem dos prismas. Idealmente, essa área deve estar próxima tanto do local de estocagem dos blocos quanto do ponto de moldagem, reduzindo deslocamentos desnecessários e minimizando o esforço físico envolvido no transporte das unidades moldadas.

Observa-se, entretanto, um gargalo operacional comum nas obras brasileiras: a execução da alvenaria costuma ser contratada a uma empresa especializada, enquanto o controle tecnológico é realizado por empresa distinta. Para que o ensaio de prisma represente fielmente a execução real, o assentamento deveria ser realizado pela mesma equipe que executa a alvenaria da obra, garantindo padronização de espessura de junta, alinhamento e procedimentos executivos.

Quando essa responsabilidade não está claramente definida em contrato, surgem conflitos operacionais. Como as equipes de alvenaria frequentemente trabalham sob regime de empreitada, a moldagem de prismas pode ser vista como atividade adicional, gerando resistência ou necessidade de pagamento complementar. Essa desarticulação entre execução e controle tecnológico compromete a eficiência do processo e pode afetar a representatividade dos ensaios.

Figura 7: prismas ocos e cheios



Fonte: Autor (2024)

Além disso existe o ensaio de paredes, o ensaio de paredes existe e é previsto para determinadas finalidades, mas raramente é realizado durante a execução de obras comuns de alvenaria estrutural.

- O ensaio de blocos verifica o material individual.
- O ensaio de prismas verifica o conjunto bloco + argamassa + graute e é considerado representativo do comportamento da alvenaria.
- O ensaio de paredes verifica o comportamento de um painel completo, incluindo distribuição de tensões, efeitos das juntas, interação entre blocos, deformações e modos de ruptura.

Na prática, esse último é muito caro e complexo. Exige construir uma parede em escala real, utilizar equipamentos hidráulicos de grande capacidade, sistemas de instrumentação (LVDTs, células de carga etc.) e um laboratório especializado, ele é usado principalmente para:

- desenvolvimento de novos blocos ou argamassas;
- pesquisas em universidades;
- validação de novos sistemas construtivos;
- estudos para revisão de normas técnicas;
- obtenção de desempenho de sistemas inovadores.

4.9. Considerações gerais

A execução do controle tecnológico em alvenaria estrutural envolve não apenas a realização dos ensaios previstos em norma, mas também a adequada integração entre projeto, execução e laboratório. A prática em obra evidencia que a eficiência do sistema depende fortemente da organização e da gestão dos processos.

- Validação cruzada dos ensaios

Recomenda-se que a construtora mantenha profissional próprio capacitado para acompanhar e conferir os serviços executados pela empresa de controle tecnológico. Essa validação cruzada inclui a verificação de identificação de amostras, datas de moldagem, rastreabilidade dos lotes, coerência entre boletins de campo e relatórios finais.

Esse procedimento aumenta a confiabilidade dos resultados e reduz a probabilidade de inconsistências documentais devido à troca de funcionários de ambas as partes

- Planejamento prévio dos ensaios

O cronograma executivo deve prever antecipadamente as datas de moldagem de blocos, prismas e corpos de prova, evitando improvisações. A falta de planejamento pode comprometer a representatividade das amostras e gerar atrasos no andamento da obra.

- Integração contratual entre execução e controle

É fundamental que os contratos com a empresa executora da alvenaria estabeleçam claramente a responsabilidade pela moldagem dos prismas. Como os ensaios devem representar fielmente o padrão de execução da obra, o assentamento deve seguir os mesmos critérios aplicados nas paredes estruturais.

A ausência dessa definição contratual frequentemente gera conflitos operacionais e compromete a eficiência do controle.

- Organização do canteiro e logística

A disposição física do canteiro influencia diretamente o controle tecnológico. Áreas destinadas à conferência de blocos, separação de lotes e moldagem de prismas devem estar estrategicamente posicionadas para minimizar transporte excessivo e esforço físico.

A falta de organização logística é uma das principais causas de falhas de rastreabilidade.

- Gestão documental e rastreabilidade

A manutenção de registros claros, organizados e padronizados é indispensável. Mudanças frequentes de equipe, comuns em obras, podem comprometer a continuidade das informações caso não exista sistema de controle bem estruturado.

Os avanços tecnológicos associados aos conceitos da Construção 4.0 vêm proporcionando novas alternativas para superar parte das dificuldades encontradas na execução do controle tecnológico em obras de alvenaria estrutural. No que se refere à rastreabilidade, sistemas baseados em etiquetas de identificação por radiofrequência (RFID), códigos QR e plataformas digitais de gestão permitem acompanhar cada corpo de prova desde a moldagem até a emissão do relatório de ensaio, reduzindo a ocorrência de falhas de identificação, perdas de informações e inconsistências documentais.

Para o controle das condições de cura, já existem sensores eletrônicos e dispositivos conectados à Internet das Coisas (IoT) capazes de monitorar continuamente a temperatura e registrar automaticamente variações que possam influenciar os resultados dos ensaios, emitindo alertas quando os parâmetros estabelecidos forem ultrapassados.

Paralelamente, a crescente aplicação da inteligência artificial, da visão computacional e de sistemas integrados de gestão tem contribuído para automatizar atividades repetitivas, auxiliar na conferência de registros, organizar cronogramas de ensaios, reduzindo a dependência de mão de obra especializada em tarefas operacionais. Embora muitas dessas tecnologias ainda apresentem custos de implantação elevados e utilização restrita em parte das obras brasileiras, sua adoção tende a crescer.

5. CONCLUSÃO

5.1. Conclusão

Diante do exposto, conclui-se que o controle tecnológico e o controle de qualidade na alvenaria estrutural não podem ser tratados como etapas isoladas ou como procedimentos que se iniciam apenas no momento das concretagens ou da elevação das paredes. Pelo contrário, constituem parte integrante do planejamento global da obra e devem ser estruturados ainda nas fases preliminares, juntamente com o cronograma executivo, a definição de fornecedores e a organização do canteiro.

Observa-se que a maior concentração de ensaios ocorre durante a execução da alvenaria e das concretagens, especialmente no que se refere ao controle de blocos, prismas, argamassa, concreto e graute. Entretanto, quando o planejamento do controle tecnológico é realizado de forma tardia, surgem dificuldades operacionais relacionadas à logística, rastreabilidade, armazenamento de amostras e compatibilização entre execução e laboratório. Essas falhas não decorrem, em geral, da complexidade técnica dos ensaios, mas da ausência de organização prévia e definição clara de responsabilidades.

A prática em obras evidencia que a eficiência do controle tecnológico está diretamente associada à gestão do fluxo de materiais e informações. A definição antecipada de áreas destinadas à conferência de lotes, moldagem de corpos de prova e armazenamento adequado reduz significativamente os riscos de perda de rastreabilidade e inconsistências documentais. Da mesma forma, a integração contratual entre empresa executora da alvenaria e empresa responsável pelos ensaios é fundamental para garantir que os prismas e demais amostras representem fielmente as condições reais de execução. O controle tecnológico, quando corretamente implementado, contribui para a redução de retrabalhos e para a prevenção de patologias futuras, como fissuração excessiva, perda de capacidade resistente localizada e não conformidades estruturais. Dessa forma, além de garantir conformidade normativa, o controle adequado representa economia indireta ao evitar intervenções corretivas posteriores.

5.2. Recomendações para trabalhos futuros

Recomenda-se, inicialmente, a realização de estudos de caso em obras de diferentes portes, comparando a aplicação dos procedimentos de controle tecnológico em empreendimentos residenciais, comerciais e industriais. Essa abordagem poderá evidenciar como fatores como volume de produção, estrutura organizacional e disponibilidade de recursos influenciam a eficiência do controle e a ocorrência de não conformidades.

Também se sugere o desenvolvimento de pesquisas voltadas à digitalização da rastreabilidade dos ensaios, por meio da utilização de tecnologias como códigos QR, etiquetas de identificação eletrônica (RFID) e aplicativos para registro em campo. Essas ferramentas podem contribuir para a redução de falhas documentais, aumento da confiabilidade das informações e maior integração entre construtoras, laboratórios e equipes de execução.

Por fim, o presente trabalho sugere o estudo do comportamento de cura dos corpos de prova sobre variações mais significativas de temperatura para que aja respaldo técnico maior para manter esses corpos de prova em obra.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16868-1:2020. **Alvenaria estrutural – Parte 1: Requisitos e procedimentos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

ABNT. **NBR 15961-1:2009 – Alvenaria estrutural – Blocos de concreto – Parte 1: Projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ABNT. **NBR 13279:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de Prova**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Especificação**. Rio de Janeiro, 2014. Versão corrigida 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8215: Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural – Preparo e ensaio à compressão**. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8798: Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.118: Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria - Método de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279: Argamassa para assentamento de paredes - Resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

LIMA, Joicy Menta. A alvenaria estrutural: execução e controle tecnológico em blocos cerâmicos e blocos de concreto. [S.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 27 jul. 2022.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – FGV IBRE. *Construção: escassez de mão de obra eleva custos do setor, diz FGV*. UOL Notícias, 03 abr. 2025. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2025/04/03/construcao-escassez-de-mao-de-obra-eleva-custos-do-setor-diz-fgv.htm>. Acesso em: 01/02/2026

MAQBLOCOS. **Corpo de prova 10x20, 15x30 e 05x10**. [S.l.]: Maqblocos, [s.d.]. Disponível em: <https://www.maqblocos.com.br/produtos/corpo-de-prova-10x20-15x30-05x10/349>. Acesso em: 16 fev. 2026.

TECNOBLOCO. **Quais são os tipos de blocos de concreto?** [S.l.]: Tecnobloco, [s.d.]. Disponível em: <https://tecnobloco.com.br/quais-sao-os-tipos-de-blocos-de-concreto/>. Acesso em: 16 fev. 2026.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. **Pirâmides de Gizé, no Egito**. 2026. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/historia/2026/01/a-ultima-maravilha-do-mundo-como-foram-construidas-as-piramides-de-gize-no-egito>. Acesso em: 25 jun. 2026.