COMO O SURGIMENTO DE PATOLOGIAS EM ALVENARIAS DE BLOCOS DE CONCRETO AFETA O DESEMPENHO HABITACIONAL DE EDIFÍCIOS

HOW THE DEVELOPMENT OF PATHOLOGIES IN CONCRETE BLOCK PATTERNS AFFECTS THE PERFORMANCE OF BUILDINGS

CÓMO EL SURGIMIENTO DE PATOLOGÍAS EN ALARMAS DE BLOQUES DE CONCRETO AFETA EL DESEMPEÑO HABITACIONAL DE EDIFICIOS

F. C. C. LEITE
Engenheiro Civil
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte/Minas Gerais; Brasil
e-mail: felipeccleite@gmail.com

A. H. A. SANTOS
Professor Adjunto
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte/Minas Gerais; Brasil
e-mail: ayrtonhugo@pucminas.br

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar o surgimento de movimentações patológicas em alvenarias formadas por blocos de concreto e sua respectiva influência no desempenho habitacional de edifícios, sob a perspectiva normativa. O exercício analítico demonstrou que a simples aplicação das normas de controle e execução dos blocos de concreto, ABNT NBR 6136 (2014) e ABNT NBR 12118 (2013), não garantem, na prática, um comportamento satisfatório de alvenarias executadas com blocos de concreto, mesmo que os requisitos estejam de acordo com os padrões estabelecidos pela norma ABNT NBR 15575-4 (2013). Tal fato observado, ligado ao contexto do processo produtivo, sugere a hipótese de deficiência do método de análise qualitativa, atualmente utilizado no que se refere às alvenarias constituídas por blocos de concreto.
Palavras-chave: Avaliação de Desempenho. Patologias. Recomendações.

ABSTRACT

The present article aims to analyze the appearance of pathological movements in masonry formed by concrete blocks and their respective influence on the housing performance of buildings, under the normative perspective. The analytical exercise demonstrated that the simple application of the control and execution standards of concrete blocks, ABNT NBR 6136 (2014) and ABNT NBR 12118 (2013), do not guarantee, in practice, the satisfactory behavior of masonry executed with concrete blocks, even if the requirements are in accordance with the standards established by the standard ABNT NBR 15575-4 (2013). This fact, also observing the context of the productive process, suggests the hypothesis of deficiency of the method of qualitative analysis, currently used, with respect to masonry constituted by concrete blocks.
Keywords: Performance evaluation. Pathologies. Recommendations.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Demoliner e Possan (2013), define-se desempenho como o comportamento de determinado produto diante das circunstâncias de sua utilização, ou seja, sua funcionalidade quando tal produto é requisitado. Com relação às edificações, espera-se que, independentemente do sistema construtivo adotado, estas devem mostrar-se apropriadas às necessidades daqueles que as utilizam. Devem ser seguras estruturalmente, mantendo sua integridade física quando da ação dos carregamentos e suas combinações, proporcionar conforto térmico ao ambiente em todas as épocas do ano e serem estanques à ação de águas externas e internas. Além disso, a durabilidade deve estar de acordo com o prazo mínimo de norma que a regula e com as manutenções especificadas.

Tratando-se especificamente das alvenarias, ou Sistemas de Vedação Vertical Interno e Externo (SVVIE), constituídas de blocos de concreto assentados com argamassa, a norma ABNT NBR 15575-4 (2013) determina que:

> [...]as alvenarias de forma geral devem proporcionar estanqueidade à água, isolamento térmico e acústico, capacidade de fixação de peças suspensas, capacidade de suporte a esforços de uso, compartimentação em casos de incêndio etc. Podem também interagir com os demais componentes, elementos e sistemas da edificação, como caixilhos, esquadrias, estruturas, coberturas, pisos e instalações (ABNT NBR 15575-4, 2013)

As alvenarias podem, também, serem utilizadas como vedação entre ambientes ou como composição da estrutura resistente da habitação. Nesta situação, em que atua como elemento estrutural, deve prover segurança contra impactos, choques e vibrações, sem se deformar excessivamente ou apresentar fissuras visíveis que podem causar sensação de insegurança, garantindo a privacidade e o conforto dos habitantes da edificação (CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013).

Segundo Silva (2014), o papel do bloco na alvenaria é relacionado, principalmente, à resistência à compressão simples, à durabilidade e à estanqueidade. Já suas características físicas e mecânicas são utilizadas na previsão do comportamento das alvenarias e no consequente desempenho habitacional de moradias. Segue-se que o comprometimento de qualquer das citadas características, evidenciado pelo surgimento de patologias, pode indicar falhas que resultam de causas intrínsecas do projeto. Nesse caso, estão associadas às fases de concepção ou execução do projeto final.

Durante cada uma dessas fases, falhas emergentes podem resultar em vícios construtivos na própria fase em que surgiram ou, por efeito cascata, impactar nas fases posteriores. Para Ripper e Souza (1998), principalmente na fase de concepção, falhas no estudo preliminar, na execução do ante-projeto ou durante a elaboração do projeto final podem ser determinantes para o surgimento de patologias, que irão se materializar como incoerências técnicas na fase de execução.

Na fase de execução, a heterogeneidade e a complexidade das atividades executadas podem contribuir para a ocorrerência de falhas, associadas a causas tão diversas como falta de ergonomia, mão de obra incapacitada, inexistência de controle de qualidade de execução, materiais e componentes de baixa qualidade e imperícia técnica.

Bueno (2010) reforça a ideia citando falhas no processo de execução que envolvem produções em larga escala. Nesse caso, a qualidade é influenciada pela busca por menores custos e a rápida execução, exigências para um país como o Brasil, com déficit habitacional de aproximadamente 6,0 milhões de unidades, segundo dados preliminares da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios mais recente (MÁXIMO, 2017).

Tal fato é exemplificado pelo programa do Governo Federal Minha Casa Minha Vida: segundo relatório do levantamento do Ministério da Transparência e Controladoria-geral da União (CGU), divulgado em fevereiro de 2017, 48,9% das residências da Faixa 1 do referido programa do governo apresentaram algum tipo de patologia ou incompatibilidade com o projeto, sendo constatadas infiltrações por capilaridade, vazamentos, fissuras, trincas e fixação deficiente de portas e janelas, entre outros. Realizada entre 2012 e 2014, a auditoria revelou falhas de execução em 336 projetos, dos 688 analisados (MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA, FISCALIZAÇÃO E CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO, 2017).

Pode-se inferir, a partir disso, uma situação que propicia o acúmulo de falhas pelas fases do projeto, que tem como consequência edifícios que não cumprem com sua função qualitativa. Surge, então, a necessidade de se conhecer a interação entre os quesitos estabelecidos pela norma de desempenho habitacional, ABNT NBR 15575 (2013), no que concerne as alvenarias constituídas por blocos de concreto, e eventuais patologias.

2. OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo avaliar a forma como causas intrínsecas ao processo de surgimento de patologias afeta o desempenho habitacional de edifícios construídos com alvenaria de blocos de concreto, tomando-se como base o conjunto de normas ABNT NBR 15575 (2013).

3. DISCUSSÃO

3.1 Resistência mecânica e estabilidade

A resistência dos blocos de concreto é o principal fator que determina a resistência da parede de alvenaria. Segundo Bortoluzzo (2001), *apud* Fonseca (2002), nas alvenarias os blocos são responsáveis pela resistência aos agentes agressivos, resistência mecânica, estabilidade e precisão dimensional, ou seja, o desempenho estrutural depende diretamente de suas propriedades. Pelo critério de Estado Limite Último (ELU), relacionado ao colapso ou falha que determine a paralisação do uso da estrutura, a alvenaria deve apresentar-se estável e estruturalmente segura diante das combinações de carregamentos que incluem cargas permanentes, acidentais, ventos, dilatação térmica, umidade entre outras (ABNT NBR 15575-4 2013).

No Estado Limite de Serviço (ELS), situação em que a estrutura perde sua função, a combinação dos carregamentos gera valores de deslocamento, fissuração e descolamento que devem ser limitados, de forma a garantir o correto funcionamento dos elementos da alvenaria, isoladamente e em conjunto, e consequentemente a estabilidade da alvenaria como elemento estrutural da edificação (ABNT NBR 15961-1 2011). Além disso, quando solicitada por cargas suspensas, a alvenaria não pode apresentar deformações visíveis, fissuras, lascamentos ou rupturas em qualquer dos elementos, nem mesmo ter o dispositivo de fixação arrancado ou afrouxado (CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013).

3.2 Geometria e estabilidade

Para manter os valores de estabilidade diante dos esforços que a solicitam, a alvenaria precisa estar geometricamente conforme. Para tanto, a norma ABNT NBR 6136 (2014) destaca a verificação das dimensões de blocos de concreto pelo ensaio de análise dimensional. A constatação de não conformidade nas dimensões dos blocos indica, em geral, falha no processo de produção, além de afetar diretamente a coordenação modular das alvenarias, contribuir com desperdícios e alterar a distribuição de esforços solicitantes pelas paredes.

O fato de se ter blocos fora das dimensões padronizadas também leva à falta de uniformidade das juntas entre blocos, o que pode acarretar em espaços sem preenchimento com argamassa e a possibilidade de infiltração de agentes agressivos na alvenaria. Silva (2014) cita a penetração de água nas alvenarias através das juntas, da argamassa ou da interface bloco-argamassa como geradora de patologias na estrutura, uma vez considerado o cumprimento dos requisitos da norma ABNT NBR 6136 (2014) referentes à absorção de água pelo bloco. Ademais, em situação de incêndio, a presença de fissuras e aberturas na alvenaria permitem a transposição de chamas e gases, do interior incendiado ao exterior, comprometendo o desempenho em tal situação. (MORALES *et al.*, 2011).

3.3 Umidade, porosidade e isolamentos térmico e acústico

Outro ponto a ser abordado se refere a ação da umidade, uma vez que esta acelera os mecanismos de deterioração e acarreta perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído. O nível de absorção de água do bloco é um indicador do seu potencial de aderência com a argamassa, influenciado por sua porosidade. O ponto de equilíbrio para uma aderência adequada é aquele em que a absorção favorece a penetração dos aglomerantes, e que, ao endurecer, tornam monolítico o conjunto blocos, argamassa e revestimento. Entretanto, quando a absorção é alta pode comprometer as reações químicas necessárias à formação do conjunto (DÉSIR, 2011).

Simulando condições reais da interação entre águas e alvenarias, a ABNT NBR 15575-4 (2013) propõe o ensaio de permeabilidade, que considera situações como exposição à água de chuva, umidade proveniente do solo e umidade relativa ao uso do edifício habitacional. Assim como a absorção, a permeabilidade do bloco depende diretamente de sua porosidade, porém, os poros devem estar conectados, formando caminhos preferenciais de fluxo (GUMIERI, 2015). A análise é feita para que sejam evitados os processos deletérios dos materiais e de proliferação de fungos e doenças respiratórias, quando da ação de águas de chuvas incidentes na alvenaria ou de outras fontes. Considerando-se paredes de fachada, a estanqueidade à água é função não só das características dos blocos, mas também do revestimento, dos índices pluviométricos do local e da velocidade característica e direção do vento. Para água utilizada na operação e manutenção devem ser previstos no projeto detalhes que assegurem a estanqueidade de partes do edificio que tenham a possibilidade de ficar em contato com a água gerada, pelo fato do concreto ter considerável porosidade (ABNT NBR 15575-1 2013).

A combinação entre absorção de água pelo bloco de concreto e as condições de insolação nas quais está exposto podem acarretar efeitos de expansão e retração cíclicos, gerando patologias por fadiga. Nessas condições, surgem tensões internas que levam a perda de aderência entre a argamassa de assentamento e o bloco, acarretando fissuras em sua interface. Tais fissuras possibilitam a passagem de ar e umidade, elementos que comprometem a estanqueidade, o isolamento térmico e acústico, a segurança ao fogo e a estética. Por isso, Bayeux (2000) *apud* Fonseca (2002) aconselha avaliar o efeito térmico causador de retração por efeito de secagem e, também, pela própria natureza expansiva do cocreto (FONSECA, 2002).

Outras condições que dependem da porosidade são o isolamento acústico e o isolamento térmico. De acordo com Costa (2013), para que se tenha considerável nível de isolamento acústico o bloco de concreto deve ter baixa porosidade e elevada densidade, além de apresentar uma superfície lisa e continua. Outro fator que pode interferir na condição sonora do ambiente é a frequência da onda emissora, o que não se inclui no presente contexto. Já as condições térmicas do ambiente estão diretamente relacionadas ao nível de conforto para os ocupantes exercerem suas atividades normais, contribuindo, também, para a economia de energia. Entretanto, Costa (2013) também afirma que um material é tanto mais isolador do calor, quanto maior sua porosidade, devido à menor condutividade térmica do ar do que da matriz sólida cujo material é constituído. Poros de pequena dimensão e fechados minimizam a transferência de calor por convecção no seu interior. Sendo assim, um bloco de concreto deve ter porosidade em um intervalo ótimo, suficiente para que a absorção de água e o isolamento térmico sejam adequados. O isolamento térmico também é uma condição de segurança do usuário quando submetido à situação de incêndios, através da análise do comportamento das alvenarias quando em contato direto com o fogo e gases. A análise faz-se necessária pelo fato do calor em contato com uma superfície ser transmitido por radiação e condução para a face não exposta ao fogo. Além das características dos materiais que a constituem, o tempo de exposição e a temperatura máxima atingida são fatores que podem comprometer sua funcionalidade (CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013).

O bloco de concreto, apesar de material cimentício, possui particularidades que são determinantes de seu comportamento na presença de fogo. Segundo Neville (1923) *apud* Morales *et al*. (2011), seu bom comportamento, nessa situação, deve-se à sua baixa condutividade térmica. Morales *et al*. (2011) afirma que efeitos na macroestrutura como coloração, perda de resistência mecânica, esfarelamento superficial e fissuração são causados pela elevação gradual da temperatura e consequente perda de umidade do concreto do bloco. Esses efeitos são originados na microestrutura, com tensões térmicas de compressão na face aquecida que se propagam pela macroestrutura, originando tensões térmicas de tração que influem na desintegração das regiões superficiais dos blocos.

3.4 Durabilidade e Vida Útil

Segundo ISO 13823 (2008) *apud* Demoliner e Possan (2013), durabilidade é a capacidade de uma estrutura, ou de seus componentes, de satisfazer os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico de tempo, sob influência de ações ambientais e de utilização. A durabilidade depende não somente das características dos materiais, mas também de um processo de deterioração ao qual o

elemento está submetido e que modifica suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, tanto na superfície como em seu interior. A durabilidade está intrinsecamente ligada ao conceito de vida útil.

Fonseca (2002) associa o termo vida útil de uma estrutura com a expectativa de sua duração, ou de suas partes, de acordo com as definições de projeto. A norma ISO 13823 (2008) define a vida útil como "o período efetivo de tempo durante o qual uma estrutura ou qualquer de seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho do projeto, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo". Para tanto, sua determinação só pode ser feita por modelos e métodos que simulem a deterioração à qual estará submetida a edificação ou algum componente. De acordo com ABNT NBR 15575-1 (2013) *apud* Silva (2014) a vida útil de projeto (VUP) é definida pelo proprietário e pelo projetista, sendo diretamente influenciada pela ação do ambiente e por atividades de manutenção e reparo. Manutenções preventivas ou com caráter corretivo devem ser previstas e idealizadas em obediência ao manual de operação, uso e manutenção fornecido pela construtora. Fonseca (2002) salienta, ainda, que a vida útil efetiva de uma estrutura pode não ser igual à vida útil definida no projeto devido às incertezas na dinâmica de degradação. Alia-se tal fato à necessidade de considerações de natureza econômica e temporal diante do desempenho solicitado.

Não há dados da vida útil do bloco de concreto isoladamente e sim para a alvenaria formada por esse elemento. O atendimento dos requisitos, referentes à ABNT NBR 6136 (2014), têm grande influência sobre a vida útil de projeto das alvenarias, levando-se em conta o fato de que um produto de maior durabilidade apresenta desempenho satisfatório por um período de tempo que se relaciona à própria vida útil de projeto. Além do mais, a observância da referida norma pode causar alterações na cadeia produtiva: menor exploração dos recursos naturais, consumos de energia e geração de poluentes. ABNT NBR 15575-1 (2013) *apud* Câmara Brasileira de Indústria da Construção (2013) também recomenda o consumo racionalizado desses recursos naturais, atentando a uma menor degradação ambiental.

4. CONCLUSÃO

Para que edificações em alvenaria de blocos de concreto tenham um desempenho habitacional adequado, sem o surgimento de patologias, as práticas utilizadas nas fases de concepção e execução do projeto final devem estar alinhadas com a legislação técnica. Além disso, materiais devem ser obtidos junto aos fornecedores que possuem controle de qualidade em concordância com o Código de Defesa do Consumidor, artigo 39, item VIII, conforme citado por Bauer (2006): “é vedado ao fornecedor de produtos ou serviços colocar no mercado de consumo qualquer produto ou serviço em desacordo com as Normas da ABNT ou de qualquer outra entidade credenciada pelo Conmetro”.

Entretanto, o exercício analítico demonstrou que é possível de se prever o comportamento das alvenarias, em determinadas circunstâncias, a partir das características físicas e mecânicas dos blocos de concreto. O simples atendimento às exigências das normas ABNT NBR 6136 (2014) e ABNT NBR 12118 (2013) é suficiente para que uma alvenaria de bloco de concreto cumpra todos os requisitos do conjunto de normas de desempenho ABNT NBR 15575 (2013). Esta situação demonstra que a referida norma de desempenho habitacional tende a ser generalista em alguns aspectos, referindo-se aos materiais cimentícios, sem considerar a especificidade de cada caso. Tal fato pode ser crucial para o surgimento de patologias, sendo que a resposta da alvenaria em uma situação real de exposição pode se apresentar qualitativamente e quantitativamente diferente da prevista.

Exemplificando, o bloco de concreto, a partir da confirmação dos requisitos da norma ABNT NBR 6136 (2014), apresenta-se como elemento durável, resistente, incombustível e de baixa porosidade. Consequentemente, contribui para que um ambiente tenha conforto térmico, acústico e higroscópico, além de ser seguro contra incêndios e estruturalmente. Entretanto, podem ser observadas edificações que, apesar de concebidos pelas “boas práticas”, não respeitam tais requisitos.

Ainda, segundo Silva (2007) *apud* Bueno (2010), as ferramentas para se avaliar objetivamente o papel do material cimentício no desempenho habitacional, em conjunto com outros fatores, são escassas, ocorrendo um predomínio de “atributos de produto” do bloco como principal fundamento de determinação do desempenho. Devido à abordagem isolada desses atributos, a análise do comportamento da alvenaria se

torna ineficiente, uma vez que estes possuem interação dinamica. Apesar disso, Marzahn (2003) *apud* Barbosa (2004) ressalva a realização de ensaios padronizados para se determinar as propriedades dos componentes da alvenaria, para avaliação do seu comportamento e resistência, ainda que não exista uma metodologia eficiente para verificação conjunta de todas as variáveis envolvidas.

5. REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118: Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-1: Alvenaria estrutural – Bloco de concreto. Parte 1: Projeto.** Rio de janeiro, 2011.

BARBOSA, C. S. **Resistência e deformabilidade de blocos vazados de concreto, prismas e paredes e suas correlações com as propriedades mecânicas do material constituinte**. 2004. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

BAUER, J. R. F. **Patologia em alvenaria estrutural de bloco vazado de concreto**. Caderno Técnico Alvenaria Estrutural – CT5. Revista Prisma. Editora Mandarim Ltda. São Paulo, 2006. p33-38.

BUENO, C. **Avaliação do desempenho ambiental de edificações habitacionais: análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro**. 2010. 123 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma NBR 15575/2013**. 2ª ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 308 p.

COSTA, V. **Estudo comparativo entre cerâmica e concreto: tijolos e telhas**. Revista Anicer. 82ª ed.. Rio de janeiro: Editora Walprint, 2013.

DEMOLINER, C. A.; POSSAN, E. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: Abordagem geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR. 1ª ed. Paraná, 2013. p01-14.

DÉSIR, J. M. **Alvenaria Estrutural**. Núcleo de Apoio Pedagógico à Educação a Distância. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenaria-estrutural/index.php>. Acesso em: out. 2016.

FONSECA, F. B. **Desempenho Estrutural de paredes de alvenaria de blocos de concreto de agregados reciclados de rejeitos de construção e demolição**. 167 p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

GUMIERI, A. G. **Reologia e tecnologia do concreto: Notas de aula**. Departamento de Materiais de Construção. Escola de Engenharia da UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13823: General principles on the design of structures for durability**. Genebra, 2008.

MÁXIMO, L. **Déficit habitacional aumenta com a recessão**. Revista Valor Econômico. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.valor.com.br/brasil/4882412/deficit-habitacional-aumenta-com-recessao>. Acesso em: 18 ago. 2017.

MINISTÉRIO DA TRANSPARÊNCIA, FISCALIZAÇÃO E CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO. **Relatório de avaliação da execução de programa de Governo nº 66: Programa Minha Casa Minha Vida - FGTS**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.cgu.gov.br/noticias/2017/08/minha-casa-minha-vida-56-4-dos-imoveis-avaliados-apresentam-defeitos-na-construcao>. Acesso em: 18 ago. 2017.

MORALES, G., CAMPOS, A., FAGANELLO, A. M. P. **A Ação do fogo sobre os componentes de concreto**. Revista Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas. v. 32, n. 1, Londrina: 2011. p 47-55.

RIPPER, T; MOREIRA DE SOUZA, V. C. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1998. 1ª ed. São Paulo: Pini, 2009. 262 p.

SILVA, C. O. **Manual de Desempenho: Alvenaria de Blocos de Concreto**. Associação Brasileira de Cimento Portland. Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto. São Paulo, 2014. 40 p.