

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

BRUNO VIEIRA

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
alvenaria estrutural e suas patologias

Paracatu

2019

BRUNO VIEIRA

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA CONTRUÇÃO CIVIL: alvenaria estrutural e suas patologias

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção civil

Orientadora: Profa. Dra. Lidiane Aparecida Silva

Paracatu

2019

V657a Vieira, Bruno.

Avanços tecnológicos na construção civil: alvenaria estrutural e suas patologias. / Bruno Vieira. – Paracatu: [s.n.], 2019.
28 f. il.

Orientador: Prof^ª. Dra. Lidiane Aparecida Silva.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) UniAtenas.

1. Construção civil. I. Vieira, Bruno. II. UniAtenas. III. Título.

CDU: 62

BRUNO VIEIRA

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA CONTRUÇÃO CIVIL: alvenaria estrutural e suas patologias

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção civil

Orientadora: Prof^a. Dra. Lidiane Aparecida Silva

Banca Examinadora:

Paracatu - MG, 21 de novembro de 2019.

Prof^a. Dra. Lidiane Aparecida Silva
Centro Universitário Atenas

Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo
Centro Universitário Atenas

Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula
Centro Universitário Atenas

RESUMO

O Sistema construtivo de alvenaria estrutural é muito utilizado comparado ao de estrutura convencional de concreto armado com alvenaria de vedação, como o sistema de vigas e pilares em concreto pré-fabricado e a estrutura de madeira, estrutura metálica etc. Este sistema é muito interessante quanto ao ponto de vista econômico quando bem projetado e bem executado, onde abrange uma tecnologia que como apresentado na introdução esta á frente das demais tecnologias da construção civil. Para isso, é preciso dispor de um bom gerenciamento de obra a fim de conseguir bons resultados. Materiais, equipamentos e aplicativos devem ser usados para uma boa prática de execução do sistema construtivo por causa de todas suas particularidades e técnicas exigidas. Os métodos devem ser usados para solucionar fenômenos patológicos, visando entender como é causado e como deve proceder aos profissionais da área, assim na alvenaria é preciso ser avaliado suas vantagens e desvantagens ao ser implantado na construção civil. Contudo, o avanço da tecnologia esta cada vez maior e prova disso são os métodos usados como a alvenaria estrutural que ajuda no reforço estrutural da edificação. O objetivo principal desse estudo é conceituar a alvenaria estrutural, assim como suas vantagens e desvantagens e esclarecer sobre às possíveis causas de patologias e suas soluções. De modo geral, o presente trabalho poderá contribuir trazendo clareza e ideias de melhoria para futuros profissionais da área.

Palavras-chave: Sistema Construtivo. Alvenaria Estrutural. Patologia.

ABSTRACT

The Structural Masonry Building System is widely used compared to the conventional reinforced concrete structure with sealing masonry, such as the prefabricated concrete beams and columns system and the wooden structure, metal structure etc. This system is very interesting from the economic point of view when well designed and well executed, where it covers a technology that as presented in the introduction is ahead of other construction technologies. This requires good site management in order to achieve good results. Materials, equipment and applications should be used for a good practice of building system execution because of all its required features and techniques. The methods should be used to solve pathological phenomena in order to understand how it is caused and what should be done to professionals in the field, so in masonry it is necessary to evaluate its advantages and disadvantages when being implemented in construction. However, the advancement of technology is increasing and proof of this are the methods used as the structural masonry that helps in the structural reinforcement of the building. The main objective of this study is to conceptualize structural masonry as well as its advantages and disadvantages and to clarify the possible causes of pathologies and their solutions. In general, the present work can contribute bringing clarity and improvement ideas for future professionals in the area.

Keywords: *Constructive System, Structural Masonry, Pathology.*

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Exemplo de alvenaria estrutural armada	13
Figura 2 - Exemplo de alvenaria estrutural não armada	13
Figura 3 - Elevação da alvenaria	14
Figura 4 - Representação de patologias causadas por juntas de dilatação inadequadas: A) Esmagamento da alvenaria; B) Esmagamento da vedação; C) Rotura do revestimento.	19
Figura 5 - Apoio deficiente das paredes:	20
Figura 6 - Aspectos da inserção de grampeamento corretivo pós-construção: A) Camisa perfurada (guia); B) Colocação de resina de fixação; B) Colocação de grampo inox.	21
Figura 7 - Exemplos de fissuração e destacamento de rebocos hidráulicos: A) Fissuração sobre suporte antigo; B) Fissuração reticulada C) Destacamento de reboco rígido.	22
Figura 8 - Exemplos de erros e anomalias em revestimentos cerâmicos: A) Deslocamento generalizado; B) Defeito localizado; C) Defeito de execução	23
Figura 9 - Método de regeneração	24

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Custo unitário	17
Tabela 2- Comparação global dos custos	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	9
1.2 HIPÓTESES DE PESQUISA	9
1.3 OBJETIVOS	9
1.3.1 OBJETIVO GERAL	9
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.4 JUSTIFICATIVA	10
1.5 METODOLOGIA DE ESTUDO SOBRE ALVENARIA ESTRUTURAL	10
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2 MÉTODO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E SEUS PRINCIPAIS TIPOS	12
2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA	12
2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL NÃO ARMADA	13
3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO EMPREGO DE ALVENARIA STRUTURAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL	14
3.1 VANTAGENS	14
3.2 DESVANTAGENS	15
3.3 ALVENARIA CONVENCIONAL VANTAGENS E DESVANTAGENS	15
3.3.1 As principais vantagens do sistema convencional são:	15
3.3.2 As principais desvantagens do sistema são:	16
4 TABELA DE CUSTO REFERENTE AOS DOIS METODOS CONTRUTIVOS	17
5 PATOLOGIAS QUE AFETAM A ALVENARIA ESTRUTURAL, SUAS POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES.	18
5.1 JUNTAS DE DILATAÇÃO INADEQUADAS	18
5.2 APOIOS DEFICIENTES DAS PAREDES PARA CORREÇÃO DAS PONTES TÉRMICAS	19
5.3 AUSÊNCIAS DE GRAMPEAMENTO EM PAREDES DUPLAS	20
5.4PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO INADEQUADAS DE REBOCOS HIDRÁULICOS TRADICIONAIS	21
5.5 APLICAÇÃO INADEQUADA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS	22
6 BIOCONCRETO	24
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

Segundo o arquiteto Tauil (1981), a alvenaria estrutural abrange uma tecnologia que se dá certamente devida suas vantagens frente a demais tecnologias da construção civil. A alvenaria estrutural teve origem na Pré-História, sendo assim um dos mais antigos métodos de construção da humanidade.

Desde muitos anos as construções foram marcadas pela sua forma estrutural e arquitetônica trazendo assim uma ideia de grandeza e beleza, onde seus materiais são compostos por blocos de pedras ou cerâmicos que podem ser ligados de maneira fácil e prático, podem ser notados em grandes construções antigas que ousavam de tal beleza como as grandes pirâmides do Egito, assim como palácios da realeza dentro vários outros impérios antigos (MOHAMAD, 2015).

De acordo com Garcia (2019), com o passar dos anos, proveniente da evolução e estudos temos como um marco da alvenaria estrutural o Edifício Monadnock, construído em Chicago nos anos de 1889 a 1891, continua sendo um dos maiores edifícios em tijolo do mundo possuindo 16 andares e seu parapeito fica a 64,5 metros do chão, suas paredes de base possuem quase 2 metros de espessura, tendo em vista a evolução, se fosse feito o mesmo edifício nos dias de hoje, suas paredes de base seriam menores que 0,30 metros.

A alvenaria pode ser simplesmente de vedação, tendo como foco fazer o fechamento dos vãos das obras entre colunas e vigas, de modo geral a alvenaria além se vedar ela também pode fazer parte do reforço estrutural da construção em alguns casos como a alvenaria estrutural. Hoje os edifícios de múltiplos andares necessitam de uma estruturação adequada, portanto toda a estrutura requer um reforço grande nesses casos a alvenaria estrutural não se enquadra pois tem um limite máximo para execução de andares, ou seja, não é indicado para edificações com mais de três pavimentos, a alvenaria estrutural entra em obras de pequeno porte pois serve além de fazer toda a vedação dos vãos ajuda no reforço estrutural (PEREIRA, 2019).

Portanto, este estudo tem como objetivo mostrar as vantagens e desvantagens da aplicação da alvenaria estrutural e, contudo esclarecer alguns pontos como patologias que podem vir a aparecer na estrutura suas causas e soluções.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Frente ao grande avanço tecnológico, quais são as principais causas de patologias encontradas na alvenaria estrutural e suas possíveis soluções?

1.2 HIPÓTESES DE PESQUISA

- i) quanto mais inovadores são os métodos, mais as edificações sofrem em sua estrutura, devido ao grande excesso de tecnologia apostado para melhorias;
- ii) os diferentes tipos de alvenaria e seus métodos de construção influenciam nas manifestações patológicas;
- iii) as principais causas de patologias em alvenaria estrutural podem estar relacionadas à erros cometidos no processo construtivo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Discutir sobre o conceito de alvenaria estrutural e seus avanços na construção, assim como suas vantagens e desvantagens, ressaltando sobre as causas e soluções para patologias.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) descrever o conceito de alvenaria estrutural e seus principais tipos;
- b) relatar sobre as vantagens e desvantagens do emprego de alvenaria estrutural na construção civil;
- c) discutir sobre os tipos de patologias em alvenaria estrutural e suas principais causas.

1.4 JUSTIFICATIVA

No mundo onde a competitividade é caracterizada essencial para o mercado, acompanhar as inovações e ir busca-las, é o marco para um grande desempenho onde se destaca a construção civil. Inovar nunca é demais, com um jeito prático, as pesquisas vão proporcionar cada vez mais a utilização de novas técnicas e facilidades, sendo criados recursos de comodidade para as pessoas.

Desde o início das civilizações o homem busca criar e construir estruturas que sejam capazes de atender suas necessidades e facilitar a vida como habitações, infraestrutura, laborais e etc. Com esse crescimento rápido da construção, foi necessário encontrar métodos que garantisse a durabilidade das estruturas, por meio de manifestações patológicas tendo como principal finalidade identificar suas origens, conseguindo buscar maior vida útil nas construções em geral. Como consequência destas manifestações, gera baixo desempenho por parte da estrutura, o que é sujeita menor durabilidade. As suas causas podem ser devido à fatores internos, ou endógenos que é causada por falhas de projeto e/ou execução, utilização ou deterioração natural (VITÓRIO, 2003).

Os métodos de alvenaria estrutural usados nas construções já funcionam com alta praticidade e eficiência. No entanto, ainda são encontradas diversas patologias que causam enormes prejuízos na utilização das alvenarias estruturais. Assim é de suma importância o investimento em estudos sobre a utilização dessa ferramenta, evitando cada vez mais os danos causados por patologias, visando maior conservação da estrutura (TAUIL, 1981).

1.5 METODOLOGIA DE ESTUDO SOBRE ALVENARIA ESTRUTURAL

Neste estudo serão apresentados os conceitos da alvenaria estrutural, na qual, serão mostradas as vantagens e desvantagens desse método de construção e conseqüentemente serão apresentadas suas possíveis causas de patologias, fato muito importante na contextualização da edificação. O método de alvenaria estrutural não contém pilares de sustentação, assim, temos uma estrutura de fácil manuseio e de modo geral muito prático na qual é usado blocos pré-moldados. Neste trabalho, serão coletados dados para verificar as causas das fissuras em construções.

Um dos métodos de abordagem que será feito é nas edificações com vários pavimentos, pois a estrutura requer um reforço grande, devido às cargas dos pilares, vigas e lajes, essa análise mostrará mais a fundo algumas das causas de tais patologias. O intuito é de alguma forma minimizar esses fenômenos trazendo uma solução concreta.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a introdução com a contextualização do estudo; formulação do problema de pesquisa; as proposições do estudo; os objetivos geral e específico; as justificativas, relevância e contribuições da proposta de estudo; a metodologia do estudo, bem como definição estrutural da monografia.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica, elencando o conceito de alvenaria estrutural e suas possíveis patologias.

No capítulo 3 são demonstrados os estudos de caso de acordo com as pesquisas feitas vantagens e desvantagens do emprego de alvenaria estrutural, assim como a alvenaria convencional.

No capítulo 4 serão mostrados as diferenças de custos

No capítulo 5 são demonstradas de acordo com pesquisas as principais patologias (causas e soluções).

No capítulo 6 conceito de bioconcreto (inovação na construção civil).

No capítulo 7 serão apresentadas as considerações finais .

2 MÉTODO DE ALVENARIA ESTRUTURAL E SEUS PRINCIPAIS TIPOS

A alvenaria consiste em um material estrutural composto, formado de unidades (blocos ou tijolos) de concreto ou cerâmico, e argamassa. Pode-se afirmar, então, que se trata de um material heterogêneo que apresenta, por natureza, uma resistência à compressão elevada, dependente principalmente da resistência da unidade. Por outro lado, a resistência à tração é baixa e está determinada principalmente pela adesão da unidade com a argamassa (MOHAMAD, 2015).

Segundo Garcia (2019), a alvenaria tem uma resistência a compressão muito grande, no qual depende principalmente da resistência da própria unidade, foi observado que a resistência a tração é reduzida e definida principalmente pela adesão entre a argamassa e a unidade. Segundo o autor, nos casos em que a alvenaria é construída com unidades de baixa resistência, a adesão pode apresentar resistência à tração igual ou superior à da própria unidade. Para casos assim pode-se falar da homogeneidade e isotropia do material com alguma segurança, já por outro lado a resistência da alvenaria será reduzida.

Segundo Ramalho (2003), é possível citar dois tipos de alvenaria: armada e não armada. Esses tipos de alvenarias se diferem na estruturação, onde uma é constituída de aço e a outra não. A seguir serão abordados os dois tipos de alvenarias.

2.1 ALVENARIA ESTRUTURAL ARMADA

A par da alvenaria confinada, a alvenaria armada consiste no sistema de alvenaria estrutural adequado para zonas de elevada sismicidade. A melhoria no desempenho sísmico traduz-se numa maior resistência e capacidade para dissipar energia. Analogamente aos elementos de confinamento (similar ao betão armado), as armaduras transformam a alvenaria com capacidade para resistir a esforços de tração. Assim a alvenaria armada resulta da colocação de armaduras nas juntas horizontais ou nas células verticais dos blocos, preenchidos posteriormente com betão ou calda de cimento. Em sua fase inicial é feito a modulação dos blocos de modo a não ter quebras ao ser executado. E de todo modo já no primeiro pavimento sua estrutura pode ser armada. (GOUVEIA, 2007), como apresentado na Figura 1.

De acordo com Branco (2014), quando uma estrutura é armada seu

reforço aumenta de um modo significativo no qual faz com que a estrutura possa suportar cargas mais elevadas, ou seja, o uso da ferragem propicia uma estrutura firme trazendo para muitos um fator de segurança maior.

Figura 1 - Exemplo de alvenaria estrutural armada.



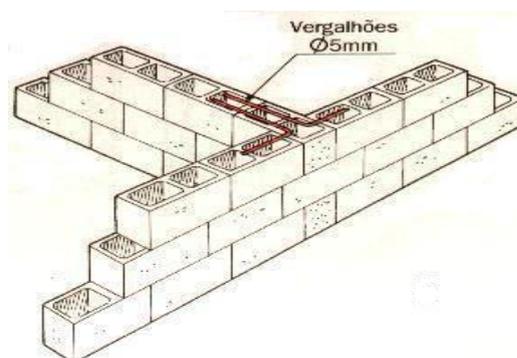
Fonte: Gouveia (2007).

2.2 ALVENARIA ESTRUTURAL NÃO ARMADA

A alvenaria estrutural não armada pode ser executada com qualquer tipo de unidade (tijolos ou blocos), como representado na Figura 2. A alvenaria não armada deve ser evitada as tensões de tração, para isso se usa vergalhões (MOHAMAD, 2017).

Um exemplo da utilização industrial da alvenaria não armada é no Brasil, onde a ação sísmica não é tida em conta no dimensionamento estrutural. Nacionalmente, são conhecidos exemplos de edifícios de alvenaria estrutural não armada de até 10 pisos (GOUVEIA, 2007).

Figura 2 - Exemplo de alvenaria estrutural não armada.



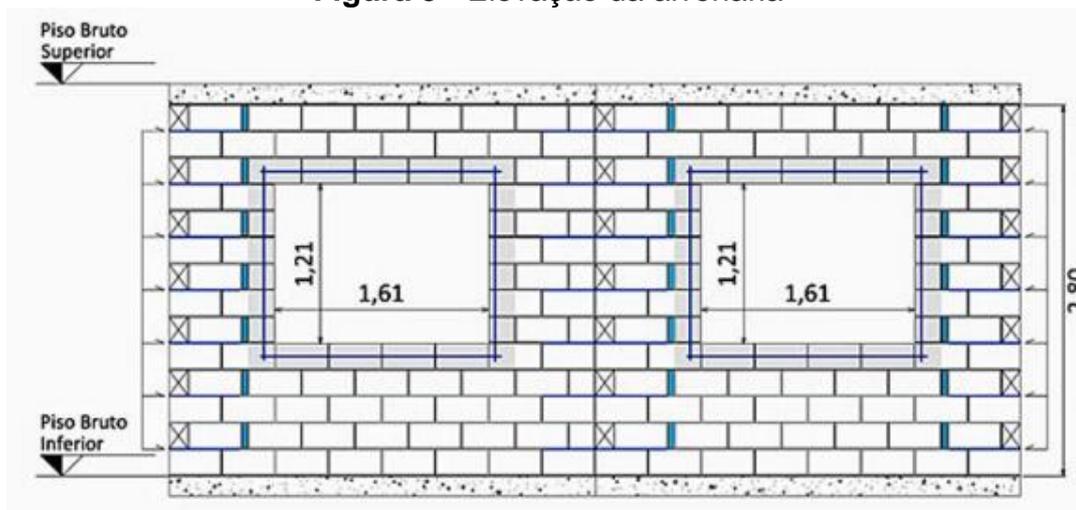
Fonte: Camacho (1986).

3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO EMPREGO DE ALVENARIA ESTRUTURAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O processo construtivo em alvenaria estrutural foi adentrado no Brasil na década de 60 e solidificou-se nos anos procedentes com a evolução técnica e o desenvolvimento de normas brasileiras, este processo construtivo atendeu, e ainda atende, com sucesso, ao desafio de estabelecer no prazo, com qualidade e com baixo custo. O aprimoramento dos métodos de cálculos ao longo dos anos possibilitou construir edifícios cada vez mais altos (MAMEDE,2001).

Em alvenaria estrutural como mostra a Figura 3 não se utilizam pilares e vigas, pois as paredes chamadas de portantes compõem a estrutura da edificação e distribuem as cargas uniformemente ao longo das fundações (TAUIL, 1981).

Figura 3 - Elevação da alvenaria



Fonte: Tauil, 1981.

3.1 VANTAGENS

De acordo com Mohamad (2017), as principais características da alvenaria estrutural em relação às estruturas de concreto armado convencional, podem ser apresentadas de maneira clara e sucinta como: limpeza do local, redução das armaduras, redução das formas que comparadas as usadas no método convencional mostra o quanto são mais bem aplicadas, com isso traz a otimização no tempo de execução e mostra a real necessidade da integração e compatibilidade com instalações prediais, outro ponto importante é a facilidade de execução após ter feito o projeto, pois são blocos pré-moldados, ou seja fácil acesso e maior facilidade

no quesito economia e desperdícios. Ramalho e Corrêa (2003) e Lisboa (2008), afirmaram que de todo modo é reduzido gastos de alguma forma, afetando profissionais especializados na área como carpinteiro e armadores.

3.2 DESVANTAGENS

De acordo com Mohamad (2017), destaca-se também que apesar das vantagens serem relevantes, devem considerar também as desvantagens da alvenaria estrutural em relação às estruturas convencionais em concreto armado, as quais se encontram listadas a seguir.

Limitação de adaptações da arquitetura para um novo uso, ou seja, uma vez feita deve ser mantida uma desvantagem para pessoas que gostam sempre de esta mudando os ambientes, outro ponto importante são as interferências de projetos, pois uma vez feito não dá pra ser mudado.

Outra desvantagem seria a necessidade de obra qualificada, onde a alvenaria estrutural precisa de um trabalho qualificado na sua execução.

É evidente, que a maior vantagem do sistema construtivo alvenaria estrutural é a sua racionalização e sua maior desvantagem é a impossibilidade de alterações ou adaptações significativas na arquitetura.

3.3 ALVENARIA CONVENCIONAL VANTAGENS E DESVANTAGENS

Entende-se como estrutura convencional aquela em que as lajes se apoiam em vigas, ou seja, a estrutura é formada fundamentalmente por lajes, vigas e pilares (ALBUQUERQUE, 1999).

3.3.1 As principais vantagens do sistema convencional são:

Mão-de-obra treinada: como foi e ainda é o sistema mais utilizado há abundância de mão-de-obra qualificada. Maior rigidez: a existência de muitas vigas forma muitos pórticos, que garantem uma boa rigidez à estrutura de contraventamento (ALBUQUERQUE, 1999).

3.3.2 As principais desvantagens do sistema são:

Cronograma de construção associado à cura do concreto: O cronograma da construção está ligado a curra do concreto para poder-se trabalhar sobre o pavimento recém concretado e para o levantamento da alvenaria de vedação. Perda de material e geração de entulho: o sistema não pode ser considerado racional pelo alto índice de perda de material durante o processo construtivo, como por exemplo, a necessidade de realizar rasgos nas paredes para a instalação de tubulações hidráulicas e elétricas assim como, recortes na estrutura: a presença de grande número de vigas além de causar alto consumo de formas, não favorece o reaproveitamento de formas e diminui a produtividade da construção (ALBUQUERQUE, 1999).

4 TABELA DE CUSTO REFERENTE AOS DOIS METODOS CONTRUTIVOS

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os resultados do levantamento de custos referentes à execução da estrutura, revestimento e fundação dos dois sistemas.

Tabela 1- Custo unitário

	Estrutura Custo/m ² (R\$)	Revestimento Custo/m ² (R\$)	Fundação Custo/m ³ (R\$)
Estrutura convencional e alvenaria de tijolos cerâmicos	231,20	23,26	386,25
Alvenaria estrutural	170,21	11,71	369,68

Tabela 2 - Comparação

	Estrutura (R\$)	Revestimento (R\$)	Fundação (R\$)	Total (R\$)
Estrutura convencional e alvenaria de tijolos cerâmicos	254312,31	105886,87	17404,43	377603,61
Alvenaria estrutural	187235,63	53579,12	24560,32	265375,07
Diferença (R\$)	67076,68	52307,75	-7155,89	112228,54
Diferença (%)	26,38	49,40	-29,14	29,72
Diferença Total (%) = 29,72				

5 PATOLOGIAS QUE AFETAM A ALVENARIA ESTRUTURAL, SUAS POSSÍVEIS CAUSAS E SOLUÇÕES.

Segundo Matos (2005) o termo patologia, vem do grego pathos, onde podemos citar como doenças, sofrimentos e ciência, é o estudo geral de doenças, aspecto usado nos termos médicos. Entretanto, ao utilizar o termo patologia dentro da engenharia, compreende-se que o termo não se difere do que propõe a medicina, pois também tem origem no tratamento de problemas das edificações com o sentido de estudar as origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

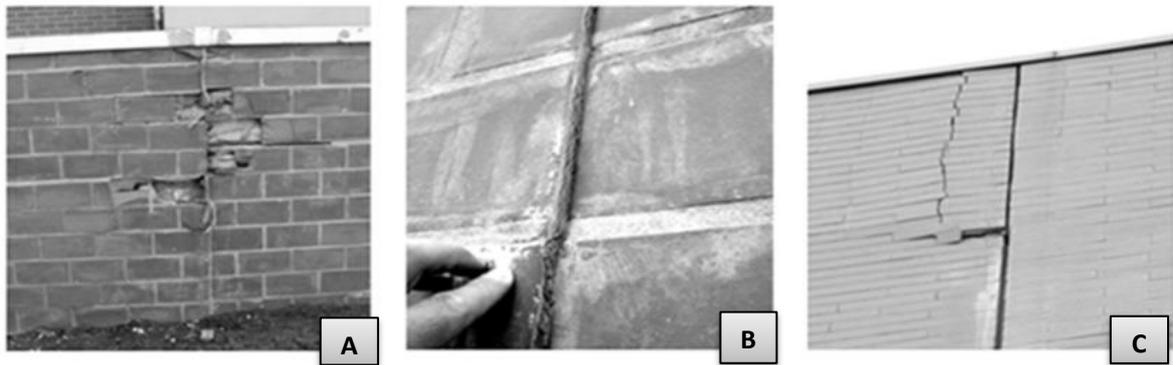
Patologias são fáceis de serem causadas, pois é um fenômeno recorrente principalmente das intemperes ocasionando problemas como: estufamento externo da parede com a alta umidade, trincas, rachaduras dentre outros fatores. De todo modo quando se trata de patologia logo se nota os sintomas causados nas edificações não só externo, mas interno também, onde pode ter exemplo prático de dilatação inadequada das juntas, apoios deficientes das paredes, ausência de grampeamento, problemas nos rebocos hidráulicos e por fim danificação dos nos revestimentos cerâmicos, ou seja, uma previa do que esse fenômeno pode acarretar (ZUCHETTI, 2016).

De acordo com Silva (2007), serão abordadas a seguir as principais causas das patologias em alvenaria estrutural, suas consequências e a forma de manifestação da patologia, com particular preocupação com as estratégias de prevenção.

5.1 JUNTAS DE DILATAÇÃO INADEQUADAS

A inexistência de juntas de expansão nas paredes de alvenaria de extensão considerável conduz, repetidamente, a fenômenos de fissuração, esmagamento localizado e destacamento de revestimentos, como representado na Figura 4.

Figura 4 - Patologias causadas por juntas de dilatação inadequadas: A) Esmagamento da alvenaria; B) Esmagamento da vedação; C) Rotura do revestimento.



Fonte: Silva (1998).

Estas anomalias resultam do fato de haver movimentos naturais de expansão ou contração resultantes de variações de teor de umidade ou temperatura que estão total ou parcialmente impedidos, por ausência ou inadequação das referidas juntas. Estes movimentos, uma vez impedidos, vão equivaler, em termos de efeito mecânico, a uma deformação imposta e, conseqüentemente, a uma significativa tensão interna da alvenaria, com maior expressão, em geral, na direção horizontal. A situação é agravada se os materiais apresentarem movimentos irreversíveis significativos (PALADINI, 2016).

Segundo Paladini (2016), para prevenir essa anomalia às junções de expansão devem ser dimensionadas para acomodar, pelo menos, o movimento que resulta da multiplicação do comprimento da parede pelo coeficiente de dilatação térmica linear da alvenaria e pela alteração máxima previsível da temperatura fictícia “ar-sol”, isto é, tomando em apreço, não só a variação da temperatura do ar, mas também a variação de temperatura da superfície, resultante da radiação solar e da cor do revestimento. As juntas devem ser adequadamente vedadas com produtos elastômeros e eventuais proteções metálicas, para prevenir a entrada de água e a sua degradação.

5.2 APOIOS DEFICIENTES DAS PAREDES PARA CORREÇÃO DAS PONTES TÉRMICAS

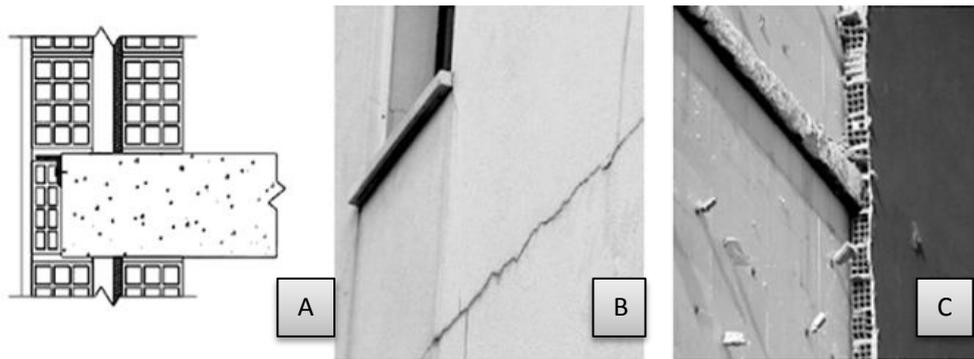
As assimetrias de resistência térmica das fachadas conduzem ao fenômeno conhecido por pontes térmicas cujo efeito se impõe evitar ou, pelo menos, minimizar, e que se traduz numa perda de energia significativa. Além de proporcionar um nível de conforto mais adequado de alto nível, proporcionando

durabilidade dos materiais, tal fenômeno afeta, ainda, a salubridade dos locais, sendo responsável por causar vários tipos de alergias e com isso problemas respiratórios. (SILVA, 2007).

Segundo Da Silva (2007), a correção das pontes térmicas com forras exteriores de tijolo furado envolvendo toda a estrutura é a técnica mais divulgada e uma das mais referidas na regulamentação em vigor.

Nos casos em que as ligações nos topos horizontais ou verticais são limitadas ou inexistentes, a verificação básica da estabilidade deve contemplar a ação do vento, bem como outras que atendam à especificidade de cada caso mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Apoio deficiente das paredes: A) Apoio reforçado com cantoneira; B) Fissuras em apoio insuficiente; C) Apoio muito insuficiente.



Fonte: Da Silva, 2007.

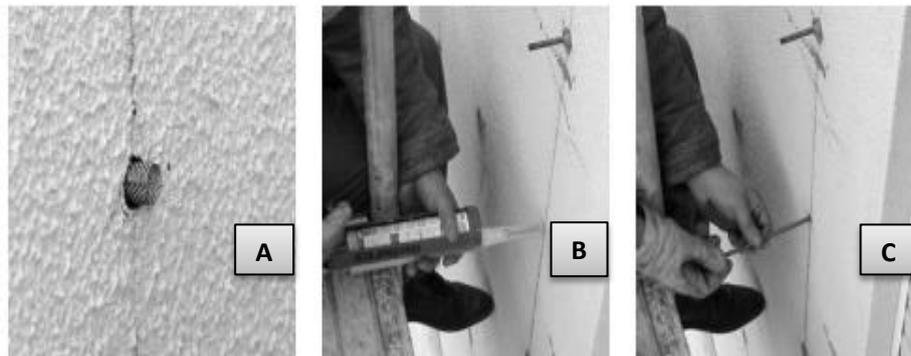
5.3 AUSÊNCIAS DE GRAMPEAMENTO EM PAREDES DUPLAS

As paredes duplas são feitas justamente para ter uma funcionalidade em conjunto uma com a, somando e por vezes aumentando os seus desempenhos individuais à estabilidade, ao comportamento térmico, à proteção contra a humidade, dentre demais fatores. Para isso, em termos mecânicos, exige-se um grampeamento entre os 2 panos. Para que o grampeamento seja eficaz e não acarrete anomalias inesperadas, os grampos devem apresentar resistência e mecânica adequada e durabilidade, facilidade de fixação e pingadeira intercalar (Silva, 2007).

De acordo com Da Silva, (2007) ausência de grampeamento é mais grave em paredes exteriores onde se espera justamente uma resistência a todas as ações., sendo assim, em casos de manifesta instabilidade dos panos exteriores não

grampeados são usadas várias técnicas e modelos de grampos para este tipo de intervenção. A utilização dos grampos sem proteção direta a corrosão pode implicar gravemente na sua durabilidade. Vários países da Europa, com maior tradição nesta técnica, foram obrigados a substituir progressivamente os antigos grampos em ferro galvanizado, alguns casos perante situações de colapso eminente ou efetivo ilustrado na Figura 6.

Figura 6: Aspectos da inserção de grampeamento corretivo pós-construção: A) Camisa perfurada (guia); B) Colocação de resina de fixação; B) Colocação de grampo inox.



Fonte: Silva, 2007.

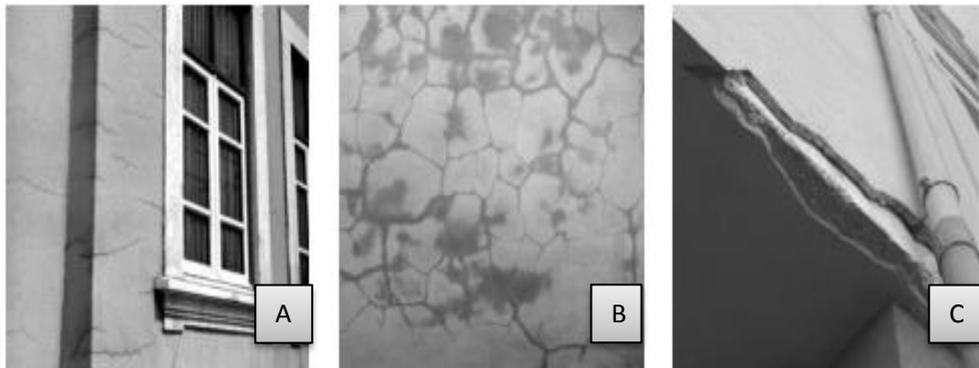
5.4 PREPARAÇÃO E APLICAÇÃO INADEQUADAS DE REBOCOS HIDRÁULICOS TRADICIONAIS

Bom, como estudado e observado em varias pesquisas Da Silva, 2007 mostra que os rebocos hidráulicos tradicionais usados para revestimentos em inúmeras obras da construção civil, são executadas de em 2 ou 3 camadas, acarretando um teor de ligante grande podendo melhorar sua resistência e diminuir a fissuração. Tem que ser evitadas argamassas com grande quantidade de cimento, além de ter cuidado com a dosagem da agua e areais empregados ali.

O reboco hidráulico constitui um revestimento de impermeabilização e não de estanqueidade. Esperando assim não que impeça totalmente o acesso da água à parede, mas sim que, em conjunto com o suporte e para condições climáticas correntes, impeça infiltrações para o interior do edifício e permita um equilíbrio dinâmico do teor de humidade da parede ao longo do ano, sem deterioração precoce dos materiais, nem redução significativa do seu desempenho. A cura das

argamassas mediante proteção contra a secagem precoce por ação do vento ou do sol e eventual humedecimento constitui uma peça chave para a prevenção da fissuração por retração hidráulica ilustrado na figura 7 (Silva, 2007).

Figura 7 - Exemplos de fissuração e destacamento de rebocos hidráulicos: A) Fissuração sobre suporte antigo; B) Fissuração reticulada C) Destacamento de reboco rígido.



Fonte: Silva, 2007.

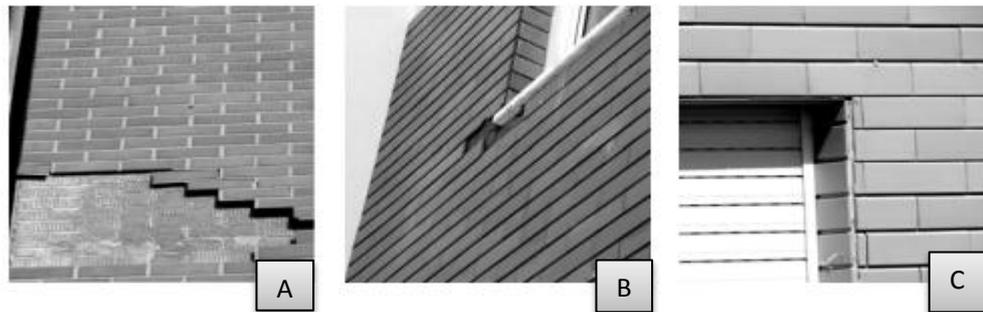
5.5 APLICAÇÃO INADEQUADA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

A aplicação do método de revestimentos cerâmicos usado como material de acabamento na alvenaria esta muito divulgada em Portugal e pode ser notada na nossa linha de tradição construtiva. Contudo, os problemas sucedem-se, tendo particular relevo o descolamento e queda dos ladrilhos, com graves consequências funcionais, estéticas e de segurança (Figura 8). Também se observam queixas frequentes de fissuração, de infiltração e de alteração do aspecto. É fundamental recordar que os sistemas de revestimento cerâmico de fachadas são muito diversos, quer nas características dos materiais, quer no modo de aplicação e funcionamento. Nesta breve abordagem, apenas se podem referir características comuns (TORRES, 2017).

Pra melhor prevenção do descolamento existem cuidados especiais a serem tomados na preparação do suporte, na seleção do cimento-cola e no correto planeamento das juntas de assentamento, enquadramento e dilatação, em particular

em panos extensos e com materiais cerâmicos de elevada porosidade ou expansão irreversível. É fundamental respeitar as condições de amassadura e aplicação dos cimentos-cola, nomeadamente através de um rigoroso controle do seu tempo de abertura (SILVA, 2017).

Figura 8 - Exemplos de erros e anomalias em revestimentos cerâmicos: A) Deslocamento generalizado; B) Defeito localizado; C) Defeito de execução.



Fonte: Silva, 1998.

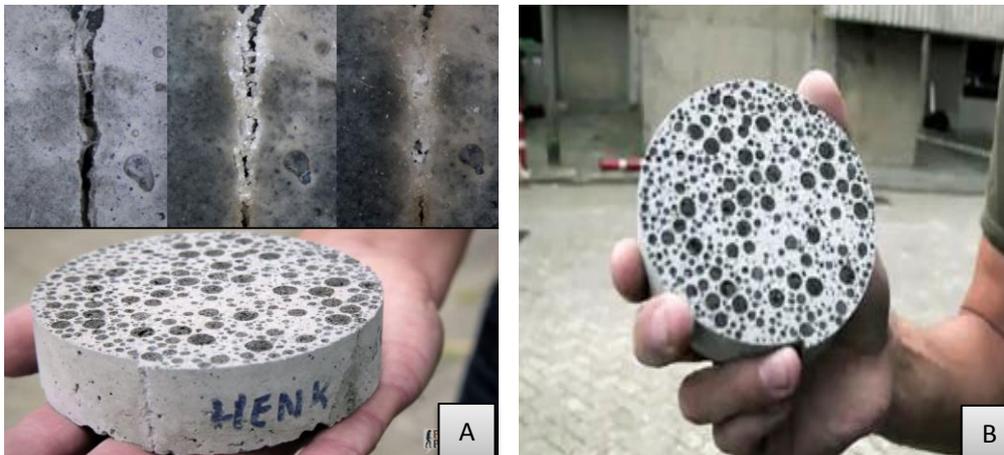
6 BIOCONCRETO

E é claro que quando se fala de solução pode-se citar o bioconcreto, hoje conhecido como uma tecnologia inovadora no que se dizem fissuras.

O bioconcreto pode ser denominado de diversas formas mais sua melhor denominação seria essa, sua mistura consiste na mistura do concreto com as bactérias que produzem calcário, ou seja, é um método de regeneração.

de danos como fissuração das paredes que podem e são causadas também por intemperes, as mesmas são colocadas em cápsulas sendo aplicadas pequenas partículas tendo sua mistura do lacto do calcário e argila. Assim, o bioconcreto de todo modo é uma tecnologia nova que esta sendo estudada e a cada dia se tem novos resultados, um deles, por exemplo, é a sua ativação que é a curiosidade de muitos, onde quando as fissuras começam a ocorrer o material entra em contato com a água e começa sua expansão se alimentando do cálcio que reage juntamente com o carbono produzindo o calcário, como mostrado na figura 9 (OLIVEIRA, 2015; TAKAGI, 2013).

Figura 9 - método de regeneração.



Fonte: Oliveira, 2015

O material não só foi inspirado na natureza, como a utilizou para trazer essa incrível inovação. A capacidade de autor regeneração do Bioconcreto se deve à presença de bactérias em sua composição.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no conhecimento adquirido e pesquisado, foi possível entender de forma clara um pouco sobre o tema proposto, pois muitos artigos abordam assuntos relativos ao cálculo, execução e algumas medidas que devem ser tomadas e as consequências futuras, caso não tenha sido adotada alguma medida preventiva. Portanto, com relação ao tipo de materiais para a correção de patologias específicas para alvenaria estrutural, esse material é bastante limitado e os procedimentos são basicamente os mesmos adotados na alvenaria convencional. De todo modo, foi possível compreender que realmente o avanço da tecnologia acaba deixando cada vez mais frágeis grandes estruturas pois por serem cada vez mais esbeltos, acabam acarretando na perda na resistência da mesma.

Nas pesquisas feitas verificou-se que todos os fatos estudados nos mostram que são vários os métodos de aplicação da alvenaria estrutural tais como alvenaria armada e não armada seus métodos são divergentes uns dos outros podendo reduzir às vezes no custo.

O grande problema que é encontrado no canteiro de obras que resulta em muitas patologias foi definitivamente a falta de conhecimento técnico da mão de obra, ou seja, causas recorrentes de patologias futuras. A mão de obra não qualificada propiciou falhas quanto ao assentamento das alvenarias onde se puderam constatar juntas de assentamento sem a devida uniformidade do espaçamento exigido por norma.

A elaboração de trabalhos com a intenção de ampliar o acervo existente, também pode ser importante, já que no decorrer da pesquisa notou-se que há poucas literaturas, relacionadas a patologias, de alvenaria estrutural com uma linguagem clara de uma possível solução para tais danos, ou seja, de modo que todos entendam claramente como proceder com tais fenômenos. Outro ponto a ser considerado seria a elaboração de manuais de boas práticas em alvenaria estrutural com linguagem simplificada, sob o método construtivo e materiais, para os profissionais de canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção: Novos Materiais para Construção Civil.** v.1. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009, p. 409.
- BRANCO, A. **Contribuição de paredes de alvenaria não estruturais para a robustez de edifícios de betão armado.** apresentado na JPEE, 2014.
- CAMACHO, J. S. **Alvenaria estrutural não armada: Parâmetros básicos a serem considerados no projeto dos elementos resistentes.** 1986.
- GARCIA, B.R.G. **ALVENARIA ESTRUTURAL, SISTEMAS CONSTRUTIVOS E SUAS DIFERENÇAS PARA A ALVENARIA CONVENCIONAL.** Revista Engenharia em Ação UniToledo, v. 4, n. 1, 2019.
- GALLEGOS, H. (1991). **Albañilería estructural.** Peru, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Segunda edición.
- HELENE, P. **Contribuição ao estudo da corrosão em estruturas de concreto armado.** Tese de livre docência. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- LISBOA, R. Q. **Análise comparativa entre prédios com estrutura convencional em concreto armado e alvenaria estrutural.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia, Belém, 2008. Disponível em:
<http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_LAZARO%20AUGUSTO%20DELLATORRE.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.
- MASSETTO, L. T. **Novas tecnologias de produção de revestimentos verticais de argamassa: organização da produção e produtividade.** Qualidade no processo construtivo: anais do ENTAC 98, 1998.
- MATTOS, R. C. **Patologias em Alvenaria Estrutural.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2005.
- MOHAMAD, G. **Construções em Alvenaria Estrutural: materiais, projeto e desempenho.** Editora Blucher, 2015
- MARTINS, F. **Alvenaria estrutural.** 1. Ed. São Paulo: Pini, 1981.
- MAMEDE, F. C., CORRÊA, M. R. S. **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural.** Caderno de, 2001
- NBR, ABNT. **15270-2: Componentes Cerâmicos–Parte 2: Blocos Cerâmicos Para Alvenaria Estrutural–Terminologia e Requisitos.** 2005.
- OLIVEIRA, T. Y. M. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 114 p. Rio de Janeiro, 2015.

PALADINI, N. B. **Juntas de dilatação em revestimentos de fachada-estudo de caso:** prédio da Escola de Minas/UFOP. 2016.

PEREIRA, C. **Alvenaria de Vedação - Vantagens e Desvantagens** - Escola Engenharia. Disponível em: . Acesso em: 17/6/2019.

PEDRESCHI, R. F. **The potential of the post-tensioned masonry in developing countries.** In: International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries, 5. Florianopolis, 1994

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** 2003.

SILVA, F. P. C.; PASSARINI, V. de C. **BIOCONCRETO: A TECNOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO SUSTENTAVEL.** Complexo Educacional Faculdade Metropolitana Unidas. São Paulo, Vol.5, N.2, JUL-DEZ, 2017 - pág. 41-58

SILVA, J. M., A. , V. **Patologia em paredes de alvenaria:** causas e soluções. 2007. Gouveia, J.P., Lourenço, P.B., Vasconcelos, G. - "**Soluções construtivas em alvenaria**" Congresso Construção 2007, FCTUC, Coimbra, Dezembro, 2007 (no prelo).

Silva, J. M. - **Fissuração das alvenarias. Estudo do comportamento das alvenarias sob acções térmicas. Tese de Doutorado** - Universidade de Coimbra, Coimbra, 1998

SILVA, J. M.. **Aplicação de inspeção predial em edifício residencial com base na norma de inspeção predial do IBAPE.** 2017.

TAUIL, C. **Alvenaria estrutural.** 1. Ed. São Paulo: Pini, 1981.

TORRESCASANA, C. E. **Aderência – Influência das condições da superfície do substrato na interface argamassa bloco cerâmico.** Dissertação de mestrado, Santa Maria: UFMS, 1999.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios.** 1. Ed. São Paulo: Pini, 1989

TORRES, C. H. F. **PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA DESDE A ORIGEM, SUAS AÇÕES DE CORREÇÃO E PREVENÇÃO E OPORTUNIDADES DE MERCADO.** Projectus, v. 1, n. 3, p. 81-93, 2017.

VITÓRIO, A. **Fundamentos de patologias das estruturas nas perícias de engenharia.** Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia. Recife, 2003.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso.