

AVALIAÇÃO PATOLÓGICA EM ALVENARIAS: VERGAS E CONTRAVERGAS*

*Luís Carlos da Silva¹
Sérgio Neves Monteiro²
Guilherme de Oliveira Ferreira³
Niander Aguiar Cerqueira⁴
Jonas Alexandre⁵
Afonso Rangel Garcez de Azevedo⁶*

Resumo

As manifestações patológicas são um dos grandes problemas da engenharia ocorrendo em diferentes etapas de uma obra, a execução de alvenarias de blocos cerâmicos, por exemplo, tem manifestações patológicas graves e que podem afetar a integridade estrutural dos elementos. Como consequência patológica em alvenarias nota-se o aparecimento de fissuras nas aberturas dos vãos devido a não utilização ou sub-dimensionamento de vergas e contravergas, que são vigas de distribuição de cargas. Este estudo apontou as anomalias existentes em alvenarias de vedação, demonstrando a importância da utilização das vergas e contravergas para sua prevenção. Como método de pesquisa, foi realizada revisão bibliográfica referente a conhecimentos sobre a prevenção de patologias em alvenaria além de um estudo prático-experimental para a determinação do comprimento mínimo destes elementos, através de modelagens matemáticas. Contudo, observou-se que a ausência de uma padronização destes elementos, que podem ser pré-fabricados ou até mesmo moldados "in loco", gera grandes problemas patológicos, que vão desde ao aparecimento de fissuras ou até mesmo ruptura, além da determinação de uma relação entre o vão e o tamanho do elemento, favorecido pelo uso de vigas ou blocos tipo caneleta.

Palavras-chave: Vergas e contravergas; patologia; alvenaria; prevenção

PATHOLOGICAL EVALUATION IN MASONRY: LINTELS AND SILLS

Abstract

Pathological manifestations are one of the major problems of engineering occurring in different stages of a work, the execution of masonry of ceramic blocks, for example, has serious pathological manifestations that can affect the structural integrity of the elements. As a consequence of the pathogenesis of masonry, we can see the appearance of fissures in the openings of the spans due to the non-use or under-sizing of yards and backstops, which are load distribution beams. This study pointed to the existing anomalies in sealing masonry, demonstrating the importance of the use of lintels and sills for their prevention. As a research method, a bibliographic review was carried out regarding knowledge about the prevention of pathologies in masonry, as well as a practical-experimental study to determine the minimum length of these elements through mathematical models. However, it has been observed that the absence of a standardization of these elements, which can be prefabricated or even molded "in loco", generates great pathological problems, ranging from the appearance of cracks or even rupture, besides the determination of a relation between the span and the size of the element, favored by the use of beams or block type blocks.

Keywords: Sills and lintels; pathology; masonry; prevention..

- ¹ *Engenheiro Químico, D.Sc., Doutor em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ² *Engenheiro Metalúrgico, DSc em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*
- ³ *Engenheiro Metalúrgico, D.Sc., Doutor em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Metalúrgico, D.Sc., Doutor em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Metalúrgico, D.Sc., Doutor em Ciência dos Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro Civil, D.Sc., Doutor em Engenharia Civil, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da construção civil nas últimas décadas provocou a necessidade de inovações, que vão desde as metodologias construtivas até novos materiais, trazendo também a aceitação de certos riscos, que demandam um maior conhecimento sobre estruturas e materiais, muitas vezes negligenciados. Esse aprendizado provém das análises dos erros acontecidos, que têm resultado em deterioração precoce ou acidentes. Apesar disto tudo, tem sido constatado que algumas estruturas acabam por ter desempenho insatisfatório, confrontando-as com os objetivos as quais se propunham [1].

As ocorrências de problemas patológicos, que são vícios ou defeitos que aparecem nas construções, surgem a partir de um processo construtivo, que é subdividido em etapas, como planejamento, projetos, fabricação de materiais e componentes/aquisição, produção/execução propriamente dita, e uso (manutenção e operação) [2].

Constantemente nota-se o aparecimento de fissuras nas aberturas dos vãos como consequência da não utilização de vergas e contravergas, ou então pela ausência ou sub dimensionamento das mesmas. Nos edifícios veem-se fissuras devido à presença de aberturas, geralmente com direções inclinadas [3]. Com o intuito de evitar o surgimento dessas fissuras, as aberturas devem receber reforços com a colocação de vergas e contravergas nas portas e janelas, sejam pré-moldadas ou moldadas “in loco”. A colocação desses reforços tem como objetivo a distribuição das tensões que se concentram nos vértices dos vãos [4]. As contravergas deverão ser utilizadas quando o vão ultrapassar 0,50 m, devido a necessidade de distribuição das tensões concentradas nos pontos críticos do vão, já as vergas deverão ser utilizadas nas janelas, portas e outras aberturas, indispensável na parte superior, evitando ruptura total da alvenaria [5].

Quanto ao material pode-se usar concreto pré-moldado, blocos tipo canaleta ou moldada no local. A função real da verga é prevenir o surgimento de fendas nos cantos superiores dos vãos nas alvenarias. As contravergas devem ser utilizadas na parte inferior das aberturas onde serão denominadas janelas, básculas ou até em vãos que não se estendam ao piso. A falta de vergas e contra vergas podem ocasionar o desenvolvimento de fissuras inclinadas a partir dos vértices das aberturas como podem ser visualizado na Fig 1.

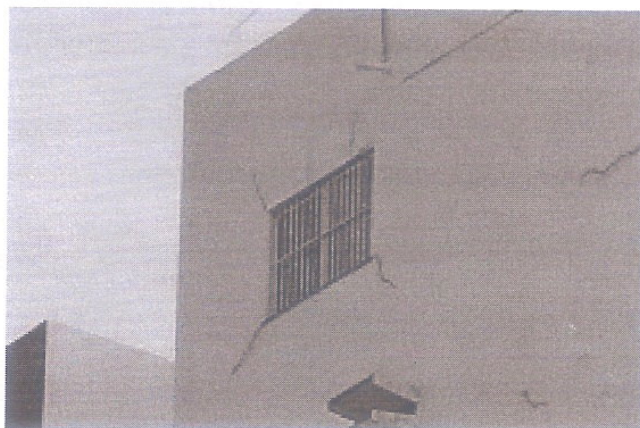


Figura 1. Fissuras causadas devido a aberturas de janelas [4].

As movimentações em relação à umidade e ao calor que ocorre na alvenaria e em toda a estrutura, o comportamento do solo e as deflexões dos componentes estruturais são responsáveis por introduzirem tensões nas paredes que fazem o fechamento das alvenarias e que provocam o aparecimento das fissuras inesperadas, que no geral surgem quando a obra já está concluída, com todo seu revestimento e com a pintura definida [6].

Deve-se tomar como medida preventiva, além da dimensão normal da verga que se usa na parte superior do vão, a contraverga na parte inferior, tendo uma pequena armadura que ultrapassa o vão pelo menos 30 a 40 cm para cada lado, porém esses valores são empíricos e não baseiam-se em análises complexas, como o tamanho do vão. No caso de alvenaria que fica aparente, devem-se colocar pelo menos três barras de aço de 6,0 mm nas duas primeiras juntas que fica abaixo do vão, sendo preenchidas as juntas com argamassa de cimento e areia [7].

Quando ressaltamos a importância deste trabalho, observamos que a incidência patológica em alvenarias é elevada em comparação com outros itens da construção, conforme observamos na Fig. 2 abaixo, perdendo somente para as patologias hidráulicas.



Figura 2. Média global de manifestações patológicas na construção civil [8].

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma revisão bibliográfica sobre manifestações patológicas em alvenarias, adotando-se as vergas e contra-vergas como elementos de reforço e prevenção do aparecimento de fissuras, além disso será proposto um estudo numérico para a validação do tamanho dos elementos e o comprimento que o mesmo deve desenvolver na alvenaria, cuja literatura de maneira empírica estipula entre 30 a 40 cm.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo geral deste trabalho é estudar os tipos de anomalias existentes em alvenarias de vedação. Dentro deste contexto, a pesquisa visa, especificamente, identificar os mais diversos problemas em alvenarias de vedação, sendo elas de blocos cerâmicos ou de outro material com resistência adequada, podendo assim investigar suas causas ao longo de sua execução, expondo alguns métodos de reparo, além de apresentar soluções para prevenir alguns tipos de patologia.

Foi ainda proposta uma metodologia de validação para a determinação do comprimento dos elementos (vergas e contravergas) buscando uma correlação entre o vão e seu comprimento, possibilitando uma maior padronização e redução da incidência de problemas. Este estudo foi desenvolvido através de modelos numéricos em elementos finitos elaborados através do programa ANSYS 5.5, com a consideração da não-linearidade de contato na interface parede-viga. A não-linearidade de contato ocorre quando, durante o processo de deformação, há deslocamento relativo entre pontos de duas ou mais superfícies distintas, se assemelhando com a condição real de exposição [9].

Os parâmetros de entrada no programa foram oriundos de pesquisas desenvolvidas na área e que nos permitiram um apanhado de dados experimentais para validação dos modelos numéricos propostos na pesquisa [10]. Segundo o ANSYS RELEASE 5.5 [11] os problemas de contato podem se dividir em dois grupos: rígido-flexível e flexível-flexível. No primeiro grupo, tem-se uma superfície bem mais rígida do que as outras com as quais o contato acontece. É o caso das juntas de dilatação em estruturas de concreto onde se tem um material flexível para preencher as juntas, muitas vezes isopor, e outro material rígido que é o concreto. No grupo flexível-flexível, que é bem mais comum, o contato acontece entre corpos de rigidez semelhante. É o caso da alvenaria sobre estrutura de concreto, pois se pode considerar que os dois materiais possuem rigidezes da mesma ordem de grandeza, este segundo caso será o utilizado na modelagem [12].

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A argamassa é uma mistura de cimento, areia, cal e água, cuja principal função é solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e de vento nas edificações, além de apresentar boa trabalhabilidade, resistência, plasticidade e boa durabilidade [5]. A resistência da argamassa não deve ser muito superior à dos blocos que compõem a alvenaria, isto porque com o grande aumento da resistência da argamassa, as paredes podem apresentar uma ruptura frágil, isto é, apresentar pouca deformação, não acompanhando os movimentos da estrutura [6].

Por outro lado, argamassas com baixas resistências não distribuem as tensões corretamente por não absorverem, de modo adequado, as imperfeições dos blocos. As vergas são reforços horizontais utilizados na parte superior das aberturas para resistir aos esforços de tração na flexão, redistribuindo para a parede as cargas verticais [7]. As contravergas são dispositivos estruturais utilizados para distribuir esforços concentrados na parte inferior das aberturas. Na Fig 3 vê-se um exemplo de verga e contraverga.

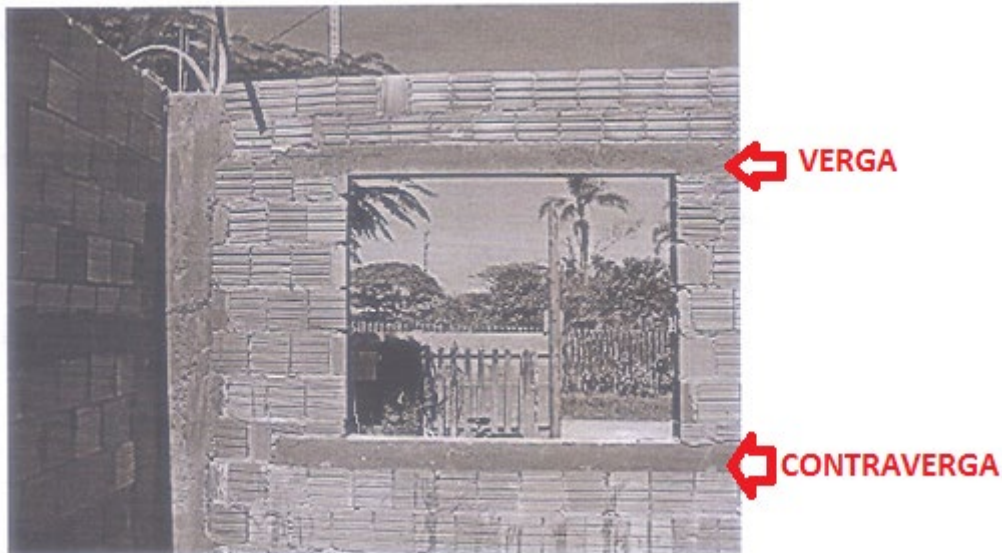


Figura 3. Verga e contra-verga da janela da suíte [13].

Inicialmente, podem-se classificar diversos tipos de alvenarias possíveis com os blocos existentes no mercado. Contudo, este trabalho tratará apenas da alvenaria de vedação, que é um subsistema que serve para envolver o edifício sem função estrutural. É formado por elementos que compartimentam e definem os ambientes, controlando a ação de agentes indesejáveis. O subsistema de vedação vertical tem como principal função a proteção dos ambientes contra a ação de agentes externos a eles tais como chuva, sol, vento, fogo, ruídos, poeira, raios visuais e etc. outros requisitos funcionais estão relacionados, nos processos construtivos tradicionais, ao suporte de componentes de outros subsistemas, tais como esquadrias, tubulações, quadros de luz, peças suspensas, elementos decorativos, dentre outros e, em situações específicas, ao contraventamento estrutural, quando também resistirá a esforços, em conjunto com os componentes estruturais [10].

As alvenarias de vedação determinam diretrizes para a programação da execução da obra pelo fato de poderem estar no caminho crítico da obra, e determinam a possibilidade da racionalização, pois intervêm com outros sistemas como instalações, esquadrias, impermeabilizações e revestimentos. Também são responsáveis por uma significativa parcela no desempenho do edifício, pois respondem aos aspectos relacionados às condições de habitação como conforto, higiene e saúde, e estão ligadas à ocorrência de anomalias e manifestações patológicas. Estes fatores mostram que sua importância vai além do custo representado no valor total do edifício. A vedação vertical contribui decisivamente para o desempenho do edifício, nos seguintes aspectos funcionais:

- Desempenho acústico;
- Desempenho térmico;
- Controle e passagem de ar e estanqueidade à água;
- Proteção e resistência à ação do fogo;
- Aspecto estrutural: resistência mecânica, estabilidade dimensional e capacidade de absorver deformação;
- Controla da iluminação artificial e natural;
- Custo inicial e de manutenção;
- Durabilidade;
- Padrões estéticos de conforto visual;

- Facilidade de limpeza e higienização.

As características do sistema de alvenaria de vedação estão relacionadas às exigências dos usuários, às condições de exposição e aos requisitos e critério de desempenho. Os requisitos funcionais deverão ser estabelecidos no projeto. Os níveis de exigência são variáveis e caberá ao projetista ponderar sobre a importância de cada um, priorizando o atendimento daqueles imprescindíveis a cada situação específica [14].

O desempenho definido em projeto deverá ser assegurado nas etapas de execução em todo o processo de produção. Os requisitos de desempenho de alvenaria de vedação que são relacionados com anomalias mais comuns são:

- Segurança estrutural;
- Estanqueidade a água;
- Conforto higrotérmico;
- Durabilidade.

O estado limite último (entendido como o que determina a ruína) e o estado limite de utilização (que determina a formação de fissuras, deformações, falhas localizadas e outras avarias que possam comprometer a utilização do componente ou elemento envolvendo a durabilidade do edifício ou os níveis de satisfação dos usuários), são os conceitos considerados na análise dos requisitos de segurança estrutural demonstrados na Tabela 1 [14].

Tabela 1. Fatores a considerar perante o requisito de segurança estrutura [7]

Estado limite de utilização	Estado limite último
Deformações	Estabilidade e resistência
Ações do vento*	Ação do vento*
Alterações volumétricas	Alterações volumétricas
Impactos	Impactos
Cargas concentradas	
Interação com instalações	
Interação com portas	
Peças suspensas	

*Ação normalmente desconsiderada para divisórias internas [8].

Várias fontes que causam problemas associados à presença de água nas construções: água da chuva que infiltra através dos componentes de vedação ou das interfaces com a estrutura, vazamentos em tubulações ou conexões dos sistemas de instalações hidro-sanitárias, águas de lavagem e de serviços de manutenção, águas do solo que, por capilaridade, ascendem pelos componentes construtivos e a água remanescente das próprias atividades de execução do edifício [14].

A estabilidade ou as condições de habitabilidade do edifício serão comprometidas pelos efeitos da ação da água, quando não controlados [15]. A NBR 6136 [16], que trata de bloco vazado de concreto simples para alvenaria, especifica a padronização de duas larguras: 15 e 20 cm. Quanto aos comprimentos padronizados, estes serão sempre de 20 e 40 cm. As alturas padronizadas são 10 e 20 cm. As Figuras 4 e 5 mostram as famílias de blocos mais comercializadas.

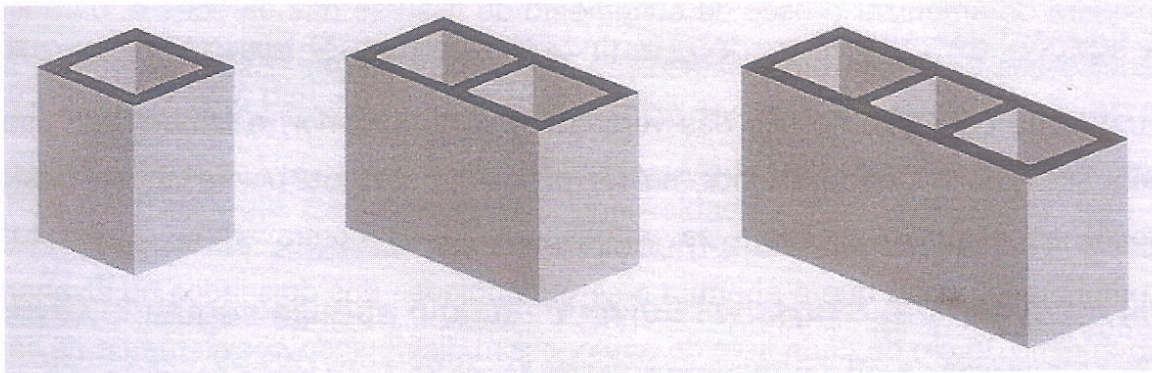


Figura 4. Blocos de comprimentos 15, 30 e 45 cm, largura 15 cm e altura 20 cm [5].

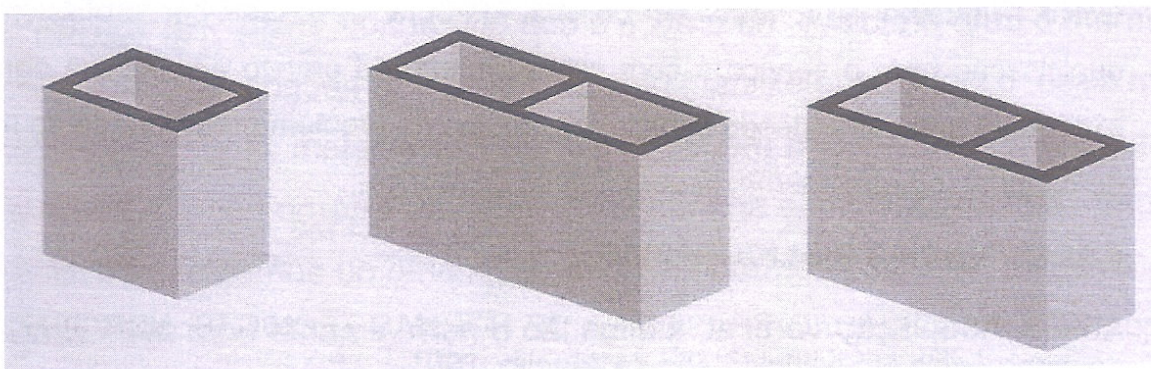


Figura 5. Blocos de comprimento 20, 40 e 35 cm, largura 15 cm e altura 20 cm [5].

Para a definição do módulo horizontal, o principal parâmetro que deve ser considerado é a largura do bloco a ser adotado, pois o ideal é que o módulo longitudinal seja igual à largura a ser adotada. Dessa maneira, evita-se a utilização de blocos especiais e outros problemas na amarração das paredes. A modulação vertical independe da modulação horizontal adotada [5].

Portanto, é necessário apenas que a altura de piso a teto seja um múltiplo da altura do bloco, normalmente 20 cm [5]. Sabe-se que todos os vãos existentes nas alvenarias, que recebem janelas e portas, são considerados regiões de grandes concentrações de tensões. Existe uma maneira de amenizar o risco de surgimento de fissuras nas paredes e, para isso, é preciso que seja feita uma distribuição melhor das cargas. Esta distribuição se dá através da obtenção do uso das vergas (na parte superior) e também do uso das contravergas (na parte inferior, se for o caso), para que possa impedir esforços sobre as esquadrias. Tanto as vergas quanto as contravergas devem ter um comprimento maior que a abertura e serem apoiadas dos dois lados na alvenaria.

Quanto à modelagem numérica realizada, os resultados foram definidos em função de algumas variáveis, como por exemplo, o tipo de bloco e argamassa utilizada, pois a resistência que esses elementos desempenham além de parâmetros como módulo de elasticidade influenciam o comportamento e deformação. A Tab. 2 mostra os valores médios de apoio (ancoragem) que as vergas e contravergas devem ter para blocos cerâmicos e de cimento sem função estrutural para argamassas de cimento:cal:areia, na proporção 1:1:6.

Tabela 2. Ancoragem média necessária para argamassa 1:1:6 (cimento:cal:areia)

Tipo de Bloco	Argamassa (cimento:cal:areia)	Elemento	Ancoragem média (cm)
Cerâmico	1:1:6	Verga	35,00
	1:1:6	Contraverga	38,40
Cimento	1:1:6	Verga	36,50
	1:1:6	Contraverga	39,90

Observa-se na Tab.2 que os valores encontrados de ancoragem para ambos os elementos encontram-se dentro dos estipulados pela literatura científica, que determina valores entre 30 e 40 cm, esses valores definem-se devido à distribuição das tensões ótimas nos pontos críticos dos painéis de alvenaria, além da necessidade de transpasse das primeiras juntas verticais de argamassa da alvenaria, evitando a propagação das fissuras e dissipação das tensões [17].

Quanto à variação do tipo de matérias, os blocos de cimento apresentam maior necessidade de ancoragem devido ao seu maior peso específico o que acarreta em maiores tensões geradas que devem ser dissipadas de maneira adequada nestes pontos, ressalta-se que ambos os blocos (cimento e cerâmico) utilizados nestas análises apresentam-se com a mesma dimensão [18].

Estudos que utilizam materiais leves incorporados a blocos, como resíduos, podem ajudar na redução das tensões a serem redistribuídas, pois tornam o material mais elástico, favorecendo uma melhor distribuição [8]. A Tab. 3 mostra os resultados para argamassas a base de cimento, cal e areia no traço 1:1:3.

Tabela 3 Ancoragem média necessária para argamassa 1:1:3 (cimento:cal:areia)

Tipo de Bloco	Argamassa (cimento:cal:areia)	Elemento	Ancoragem média (cm)
Cerâmico	1:1:3	Verga	34,20
	1:1:3	Contraverga	37,10
Cimento	1:1:3	Verga	36,00
	1:1:3	Contraverga	39,20

Observa-se na Tab. 3 que a alteração do traço da argamassa, apresentou uma redução na ancoragem média necessária, isso se deve ao aumento da resistência da argamassa utilizada, que chega a 5% a mais em relação ao traço padrão (1:1:6), vários trabalhos da literatura já caracterização tecnologicamente argamassas e demonstraram essa variação no traço [19]. O incremento de resistência provoca um maior enrijecimento da alvenaria o que acarreta em redução das tensões a serem distribuídas, justificando a redução apresentada no modelo proposto [14].

3 CONCLUSÃO

Através desta pesquisa pode-se concluir que:

- A não existência de uma padronização destes elementos (vergas e contravergas), que podem ser pré-fabricados ou até mesmo moldados “*in loco*”, com o uso de vigas ou blocos tipo caneleta gera maior incidência

patológica nas edificações, o que acarretará em medidas de elevado custo para reparos;

- A construção de modo geral deve ser bem planejada, colocando-se no papel tudo que se deseja executar, pois desta forma a presença de maiores problemas deixarão de existir;
- A contratação de mão-de-obra deve ser por profissional com qualificação para o serviço e com conhecimento do projeto para que a obra a ser executada não sofra, desde o início, algum tipo de problema relacionado ao mau uso de material, ou até mesmo, já com defeito de fábrica;
- A escolha do tipo de material dos blocos e do traço da argamassa influencia o comprimento de ancoragem de maneira pouco significativa, o que nos sugere que a escolha deve-se pautar em condições econômicas para o empreendimento;
- A faixa de ancoragem de 30 a 40 cm, que é apresentada na literatura, foi atendida em todos os modelos validados pelo ANSYS o que corrobora para a utilização destes valores, como questão de segurança recomendou a adoção do limite superior que é de 40,0 cm de ancoragem em cada lado, entretanto outras variáveis devem ser verificadas para sua plena utilização.

Agradecimentos

- Ao Instituto Militar de Engenharia (IME)
- A Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF)

REFERÊNCIAS

- 1 SOUZA, V. C.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998.
- 2 BRANDÃO, R. M. L. Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás. 2007. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.
- 3 Thomaz E. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação, *Pini*, 2(1989)
- 4 Silva JSG, Silva A. Fissuração nas argamassas de revestimento em fachadas, *Universidade Católica do Salvador*.
- 5 Ramalho MA, Corrêa MRS. Projeto de edifício de alvenaria estrutural, *Pini*, 1(2003), 1-174.
- 6 Altran DA. Procedimento numeric para análise de vigas de alvenaria estrutural submetidas à flexão simples, *Dissertação de mestrado do curso de Engenharia Civil Unesp*, 2010.
- 7 Bussab C, Cury FJ. Arquitetura, *ABCI*, 2(1990), 17-42.
- 8 BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA ARGAMASSA, 2., 1997, Salvador. Anais... Salvador: ANTAC, 1997. p.321-362.
- 9 DAVIES, S.R.; AHMED, A.E. (1977). An approximate method for analysing composite walls/beams. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LOAD-BEARING BRICKWORK, British Ceramic Society, London. p.305-320
- 10 STAFFORD SMITH, B.; RIDDINGTON, J.R. (1977). The composite behavior of elastic wall-beam systems. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part 2, v.63, p.377- 391, June.
- 11 ANSYS RELEASE 5.5 (1999). User's manual.

- 12 BARBOSA, P.C. ESTUDO DA INTERAÇÃO DE PAREDES DE ALVENARIA ESTRUTURAL COM VIGAS DE CONCRETO ARMADO. 2000. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- 13 Casa Rua Brasília. Disponível em: <http://casaruabrasilia.blogspot.com.br/>, (2014).
- 14 Silva MMA. Diretrizes para projeto de alvenarias de vedação, *Dissertação de Mestrado do curso de Engenharia Civil USP*, (2003).
- 15 NBR 9077. Saídas de emergência em edifícios, *ABNT*, (2001).
- 16 NBR 6136. Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural, *ABNT*, (1994).
- 17 WOOD, R.H. (1952). Studies in composite construction.Part 1: The composite action of brick panel walls supported on reinforced concrete beams. London, Her Majesty's Stationery Office. 25p. (National Building Studies, Research Paper n.13)
- 18 SAW, C.B. (1974). Linear elastic finite element analysis of masonry walls on beams. *Building Science* ,v.9, n.4, p.299-307, December.
- 19 AZEVEDO, A.R.G; ALEXANDRE, J; XAVIER, G.C; FRANÇA, F.C; SILVA, F.A; MONTEIRO, S.N. (2015) Addition of Paper Sludge Waste into Lime for Mortar Production. *Materials Science Forum (Online)*, v. 820, p. 609-614