

<b>Notas Técnicas</b> <b>para a Construção em Tijolo</b>  Brick Industry Association 11490 Commerce Park Drive, Reston, Virginia 20191 USA	<b>18</b> <b>REVISTA</b>
	<b>Janeiro</b> <b>1991</b>

[http://www.bia.org/html/frmset\\_thnt.htm](http://www.bia.org/html/frmset_thnt.htm)

## MOVIMENTOS

### ALTERAÇÕES DE VOLUME E EFEITOS DOS MOVIMENTOS PARTE I

**Resumo:** Esta *Nota Técnica* descreve os diversos movimentos que ocorrem nos edifícios. Os movimentos induzidos por alterações de temperatura, de humidade, deformações elásticas, fluência (*creep*), e outros factores desenvolvem esforços se as alvenarias forem restringidas. A restrição destes movimentos pode provocar a fissuração da alvenaria. São mostradas alguns padrões típicos de fracturas (*cracking*) e são identificadas as suas causas.

**Palavras chave :** tijolo, corrosão, fracturas, movimento diferencial, expansão.

## INTRODUÇÃO

Os diversos materiais e elementos que são usados para a construção de um edifício estão em constante estado de movimento. Todos os materiais de construção variam de volume em consequência de estímulos internos e externos. Estes estímulos podem ser alterações de temperatura, de humidade, deformações elásticas consequentes de cargas, fluência e outros factores. Restringirem-se estes movimentos pode provocar esforços nos elementos do edifício os quais podem resultar em fracturas.

Para evitar as fracturas, o projectista deve minimizar as alterações de volume, prevenir os movimentos ou acomodar movimentos diferenciais entre materiais e montagens. Um sistema de juntas de movimento pode eliminar as fracturas e os problemas que provocam. As juntas de movimento podem ser projectadas por estimativa da magnitude dos diversos tipos de movimentos que podem ocorrer na alvenaria ou noutros materiais da construção.

Esta *Nota Técnica* descreve as diversas alterações de volume na alvenaria de tijolo e noutros materiais de construção. Também descreve os efeitos das alterações de volume quando esses materiais são restringidos. Outras *Notas Técnicas* desta série abordam o projecto e a pormenorização das juntas de movimento e dos tipos de ancoragens que permitem movimentos.

## MOVIMENTOS DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

O projecto e a construção da maioria dos edifícios não permite uma previsão exacta dos movimentos dos elementos desses edifícios. As variações de volume estão dependentes das propriedades dos materiais e são muito variáveis. A idade do material e a temperatura durante a instalação também influenciam os movimentos esperados. Quando são usados em projecto valores médios para as propriedades dos materiais, os movimentos reais podem ficar subestimados ou superestimados. O projectista deverá usar de bom senso quando seleccionar os valores aplicáveis. Os tipos de movimentos sofridos por diversos materiais de construção são indicados na Tabela 1.

**TABELA 1**  
Tipos de movimentos dos materiais de construção

Material de construção	Térmico	Humidade reversível	Humidade irreversível	Deformação elástica	Fluência
Alvenaria de tijolo	X	-	X	X	X
Alvenaria de betão	X	X	-	X	X
Betão	X	X	-	X	X
Aço	X	-	-	X	-
Madeira	X	X	-	X	X

### Movimentos térmicos

Todos os materiais de construção expandem e contraem com as variações de temperatura. Em condições de não restrição, estes movimentos são teoricamente reversíveis. A Tabela 2 indica os coeficientes de expansão térmica para diversos materiais de construção.

**TABELA 2**  
Expansão térmica

Material		Coeficiente de dilatação térmica linear médio, $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{F}$
Alvenaria de argila	Adobos de barro ou de xisto argiloso	3.6
	Tijolos ou ladrilhos cerâmicos	2.5
	Ladrilhos de barro ou de xisto argiloso	3.3
Alvenaria de betão	Agregado denso	5.2
	Agregado leve	4.3
Pedra	Granito	4.7
	Calcário	4.4
	Mármore	7.3
Betão	Agregado de brita	6.0
	Leve, estrutural	4.5
Metais	Alumínio	12.8
	Bronze	10.1
	Aço inoxidável	9.9
	Aço estrutural	6.5
Madeira, paralelo às fibras	Abeto	2.1
	Carvalho	2.7
	Pinho	3.0
Madeira, perpendicular às fibras	Abeto	32.0
	Carvalho	30.0
	Pinho	19.0
Painéis	Agregado de gesso	7.6
	Agregado de perlite	5.2
	Agregado de vermiculite	5.9

O movimento térmico não restrito é consequência da variação de temperatura, do coeficiente de dilatação térmica, e do comprimento do elemento. Os esforços desenvolvidos pela restrição dos movimentos térmicos são iguais à multiplicação da alteração de temperatura pelo coeficiente de dilatação térmica e pelo módulo de elasticidade do material. A alteração de temperatura usada para a estimativa dos movimentos térmicos deve ser baseada na média das temperaturas da parede. Para paredes maciças, podem ser usadas as temperaturas do centro da parede. Em paredes de caixa de ar e em paredes de máscara, deve ser usada a temperatura no centro de cada pano ou de cada componente. Em construções descontínuas, os panos de parede irão ter temperaturas diferentes devido à separação desses panos por superfícies de ar.

A temperatura superficial das paredes em tijolo pode ser muito superior à temperatura do ar ambiente. A orientação da parede, o tipo da parede e a sua cor são factores determinantes. É possível que uma parede escura virada a sul atinja temperaturas tão altas como 140° F (60° C), quando a temperatura do ar estiver abaixo dos 100° F (37,7° C). A temperatura média de uma parede máscara isolada, com 4" de espessura (100 mm) é muito próxima da temperatura superficial do tijolo. Uma parede mais espessa ou não isolada pode experimentar uma menor diferença de temperaturas entre as superfícies interior e exterior.

Outros materiais tais como os metais ou a madeira expandem e contraem a taxas diferentes da alvenaria de tijolo. Estas diferenças são importantes em aplicações tais como caixilhos de janelas, balaustradas, ou corrimãos que estejam agarrados à alvenaria de tijolo. Podem ocorrer danos em ambos os materiais.

### Movimentos higroscópicos

Com a notável excepção dos metais, muitos dos materiais de construção tendem a expandir com o aumento do seu teor em humidade, e a contrair com a perda de água. Nalguns materiais de construção estes movimentos são reversíveis; enquanto que para outros são irreversíveis ou apenas parcialmente reversíveis.

**Produtos argilosos.** As unidades de tijolo expandem lentamente por exposição à água ou ao ar húmido. Esta expansão não é reversível pela secagem a temperaturas atmosféricas. Uma unidade de tijolo fica mais pequena quando arrefece após ter saído do forno. Essa unidade irá aumentar de tamanho em consequência da humidade a partir dessa ocasião. A maioria dessa expansão irá ocorrer rapidamente durante as primeiras semanas, mas a expansão irá continuar a uma muito menor velocidade durante vários anos (ver Figura 1). O comportamento de expansão devida à humidade de um tijolo depende essencialmente das matérias primas e depois das temperaturas de cozedura. Tijolos feitos a partir da mesma matéria prima que cozeram a temperaturas mais baixas irão expandir mais do que os que foram cozidos a temperaturas superiores.

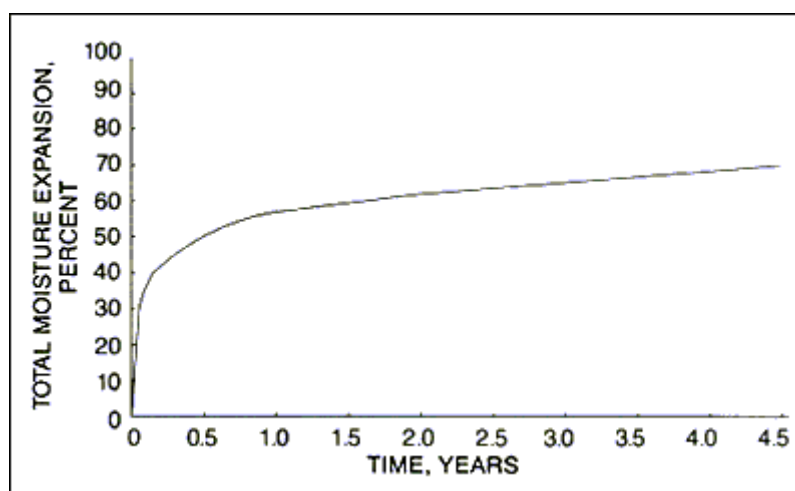


FIG. 1  
Expansão higroscópica prevista para o tijolo cerâmico x Tempo

A expansão higroscópica de um tijolo isolado ou de uma alvenaria de tijolo pode ser medida durante um determinado tempo. Prever-se a expansão higroscópica total do tijolo é muito mais difícil. Actualmente não existem ensaios normalizados para se prever a expansão higroscópica ou para se medir a expansão higroscópica que ocorre em serviço. Baseada em pesquisas feitas no passado, a expansão a longo termo do tijolo pode ser estimada entre 0,0002 e 0,0009. Deve-se usar um valor de projecto de 0,0003 quando se projectam paredes compósitas de alvenaria. Deve-se usar um valor de projecto de 0,0005 em paredes - máscara, onde é de se prever um movimento superior.

**Alvenaria de betão.** As unidades de alvenaria em betão evidenciam retracção em consequência da perda de humidade e da carbonatação. A retracção da alvenaria de betão é afectada pelo processo de cura, pelo tipo do agregado, pela variação do teor de água, pela dosagem do cimento, e pelos ciclos de molhagem e secagem. A retracção total é determinada pelo *ASTM C 425 Test Method for Drying Shrinkage of Concrete Block*, o qual mede a retracção desde uma condição saturada até uma condição de 17% de humidade. Os valores típicos de retracção linear total variam entre 0,0002 e 0,0007. As unidades de alvenaria em betão do Tipo I devem ser conformes aos requisitos de teor de humidade que se encontram nas especificações de materiais que limitam a retracção das paredes.

**Betão.** O betão retrai durante a cura e expande quando se molha. A retracção no betão é influenciada pelo seu teor de água-cimento, pela composição do cimento, pelo tipo do agregado, pelas dimensões do elemento em betão, pelas condições de cura, e pela quantidade e distribuição das armaduras em aço. Os valores da retracção final para os betões vulgares são geralmente da ordem dos 0,0002 aos 0,0007, conforme os factores indicados.

**Madeira.** A madeira irá retrair durante o seu processo natural de secagem, conforme o seu teor de humidade cai desde o ponto de saturação das fibras (28 a 30%) até atingir o equilíbrio com a humidade das condições atmosféricas locais. A retracção ocorre por forma diferente nas dimensões tangencial, radial e longitudinal da peça. A tabela 3 indica a gama de valores de retracção para as madeiras vulgarmente usadas. A expansão e a retracção higroscópicas continuam sempre que se verifiquem alterações no teor de humidade.

**TABELA 3**  
**Retracção da madeira<sup>1,2</sup>**

Espécies	Retracção radial %	Retracção tangencial %	Retracção volumétrica %
Abeto Douglas	3,8 – 4,8	6,9 – 7,6	10,7 – 12,4
Carvalho vermelho	4,0 – 5,0	8,6 – 11,3	13,7 – 19,0
Pinho do Sul	4,6 – 5,4	7,4 – 7,7	12,1 – 12,3
Espruce	3,8 – 4,3	6,8 – 7,8	11,0 – 11,8

<sup>1</sup> Adaptado da Referência 10

<sup>2</sup> Seco desde o teor de humidade de 30% até 0%

### Deformação elástica

No projecto estrutural de um edifício, o projectista deve considerar todas as forças que se exercem sobre a estrutura. As quais incluem os pesos próprios, as sobrecargas de utilização, o peso da neve, e forças laterais tais como o vento, o terreno, os sismos e os ventos ciclónicos. Todas estas forças criam esforços nos materiais de construção que resultam em deformações nos elementos construtivos.

Todos os materiais, quando submetidos a uma força, respondem à tensão com a deformação que lhe está associada. A relação tensão-deformação relativa aos materiais de alvenaria é aproximadamente linear e é definida pelo módulo de elasticidade. A deformação axial é determinada pela divisão da tensão pelo módulo de elasticidade e multiplicando-se este quociente pelo comprimento sob carga. Devem ser consideradas as deformações de elementos horizontais, as deformações laterais de paredes e colunas, e as reduções de comprimento (*encurtamentos*) de elementos estruturais axialmente carregados pelas cargas de projecto.

## Fluência

A fluência, ou deformação plástica, é a deformação progressiva dos materiais sob carga ou esforço constantes. A magnitude dos movimentos consequentes da fluência na alvenaria e no betão depende do nível de tensão, da idade do material, da duração da tensão, da qualidade do material, e de factores ambientais.

**Tijolo.** A fluência em alvenarias de tijolo ocorre principalmente nas juntas de argamassa e é desprezável. O *ACI 530/ASCE 5 "Building Code Requirements for Masonry Structures"* sugere  $0,7 \times 10^{-7}$  in/in por psi de carga.

**Alvenaria de betão.** A alvenaria de betão exhibe maior fluência do que a alvenaria de tijolo por causa do conteúdo em cimento das unidades. O código *ACI 530/ASCE 5* sugere um valor de  $2,5 \times 10^{-7}$  in/in por psi de carga.

**Betão.** A fluência é mais significativa nas estruturas de betão. A fluência do betão começa assim que a carga é aplicada e avança a uma taxa decrescente. Os betões de alta resistência apresentam menor fluência do que os betões de baixa resistência. A fluência é ligeiramente superior em betões de agregados leves do que em betões de agregados normais. Em edifícios de porte elevado, o encurtamento elástico e não elástico dos pilares e das paredes consequente da gravidade e da retracção pode ser tão elevado quanto 1 in (25,4 mm) por cada 80 ft (24,4 m) de altura.

## Corrosão do aço

A corrosão do aço embebido na alvenaria pode provocar fissurações e descamações nesta. O volume da ferrugem é superior ao do aço a partir do qual se formou. Este aumento de volume provoca pressões na alvenaria envolvente. Os metais envolvidos em argamassa, tais como varões de reforço, estão menos susceptíveis à corrosão do que as ancoragens e os reforços de juntas embebidos nas juntas de argamassa, desde que sejam protegidos por essa argamassa e não estejam expostos. Outras peças da alvenaria sujeitas à corrosão são os lintéis em aço, poleias em aço, reforços de juntas, ancoragens e outros componentes metálicos de reforço das alvenarias. Para se minimizar essa corrosão, não se devem usar aditivos na argamassa, tais como o cloreto de cálcio, o qual pode acelerar a corrosão. Ver a *Nota Técnica 44B* para mais informações sobre a resistência à corrosão dos acessórios metálicos para paredes.

## Outras causas para o movimento

Existem outras causas de movimentos em elementos de edifícios que podem ocorrer sob certas condições. Entre as quais se incluem a expansão por congelamento, a carbonatação dos betões e das argamassas, a deformação elástica da estrutura da edificação, a deformação dos elementos construtivos, e a acção de terrenos instáveis. Está entre os objectivos desta *Nota Técnica* discutir estes assuntos detalhadamente. No entanto, o projectista deve reconhecer e considerar todos estes factores.

Os materiais de alvenaria apresentam expansão consequente de congelamento, quando saturados. A expansão por congelamento tem um efeito pequeno sobre a expansão total da alvenaria. Baseada em dados limitados, a expansão por congelamento da alvenaria varia entre 0 e  $10,3 \times 10^{-4}$  in/in. Recomenda-se um valor de projecto para a alvenaria de tijolo de  $2 \times 10^{-4}$ . A expansão ocorre quando o tijolo saturado fica submetido a temperaturas de ou abaixo de  $14^{\circ}$  F ( $-10^{\circ}$  C).

A carbonatação é a combinação química do cimento Portland hidratado com o dióxido carbónico presente no ar. Apesar de ser conhecido que os materiais que contêm cimento expandem por carbonatação, sabe-se muito pouco acerca da extensão dessa carbonatação ou da resultante expansão.

A deformação elástica da estrutura pode provocar danos na alvenaria de tijolo usada em paredes de enchimento ou como tamponamento exterior. As acções do vento ou dos sismos são transferidas para a mais rígida alvenaria, se esta estiver rigidamente ligada à estrutura. O mesmo acontece com a deformação das lajes ou das vigas dos pavimentos. As alvenarias construídas em contacto com estes elementos serão carregadas pela deformação dos elementos estruturais. Alvenarias que se pretendiam que não fossem resistentes passam a suportar cargas. Os movimentos das fundações e os seus assentamentos diferenciais provocam frequentemente fracturas nas paredes de alvenaria por elas suportadas. Os solos instáveis ou expansivos são particularmente preocupantes. Deve ser feito um estudo de fundações adequado para se assegurar um suporte estável ou para se permitir um assentamento uniforme.

## EFEITOS DOS MOVIMENTOS

A evolução no projecto dos edifícios afectou o projecto e o comportamento de muitos componentes desses edifícios, incluindo as paredes em alvenaria. A mais importante modificação na alvenaria de tijolo é a passagem de paredes resistentes em alvenaria para a construção com uma estrutura reticulada. Outros factores são o uso de paredes mais delgadas, paredes compósitas e paredes isoladas. O incremento no uso de argamassas de cimento Portland e a tendência para serem especificadas argamassas de elevadas resistências à compressão tornaram-se comuns. Apesar de tijolos e argamassas mais resistentes aumentarem a resistência à compressão das alvenarias, eles fazem-no à custa de outras propriedades importantes. Assim, as paredes em alvenaria são mais delgadas e mais frágeis do que os seus maciços antepassados. Estas paredes lineares são mais susceptíveis de fractura e de fendilhar se não forem tomadas medidas adequadas aos movimentos diferenciais.

### Fracturas e fendilhação

As fracturas são provavelmente a desordem que ocorre mais frequentemente nas paredes em alvenaria. As fracturas resultam de muitas origens diferentes, mas existem formas típicas e padrões de fracturas. Frequentemente o tipo e a magnitude das fracturas indicam a sua causa.

É preferível mostrar-se o que pode acontecer se os movimentos não forem considerados em projecto, do que mostrar um projecto adequadamente concebido e pormenorizado. Seguem-se algumas localizações típicas onde as fendas ocorrem nas paredes de alvenaria e as principais causas de cada uma. A *Nota Técnica 18A* descreve formas de evitarem estes problemas.

**Paredes compridas.** Paredes compridas com grandes distâncias entre juntas de dilatação podem provocar distúrbios nessa parede. A expansão da alvenaria pode forçar o material selante para fora da junta de dilatação ou fracturar a alvenaria entre juntas de dilatação (ver Fig. 2). Podem aparecer fracturas na diagonal em membros entre vãos de janelas ou de portas. Tais fracturas estendem-se normalmente desde a parte superior até à parte inferior da parede, conforme a direcção do movimento e o caminho de menor resistência.



Fig. 2 - Expansão de uma parede comprida

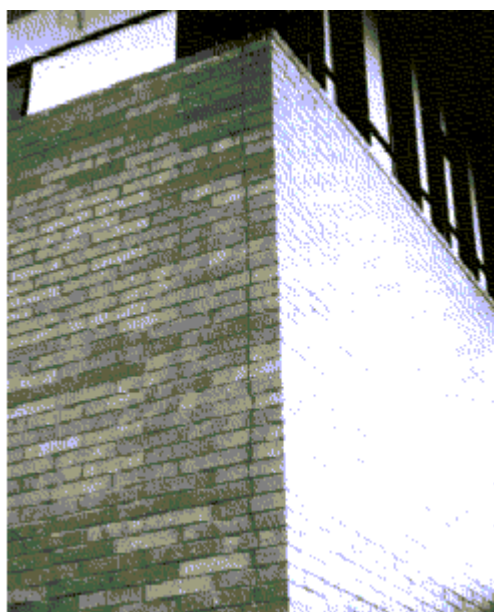


Fig. 3 - Fissura num canto

**Cantos.** Número insuficiente ou localização imprópria para as juntas de dilatação nas paredes podem provocar fracturas nos cantos. As paredes perpendiculares expandem na direcção dos cantos provocando rotações e fracturas junto a esse canto. Isto sucede tipicamente na primeira junta da cabeça dos tijolos em cada lado do canto (ver Fig. 3).

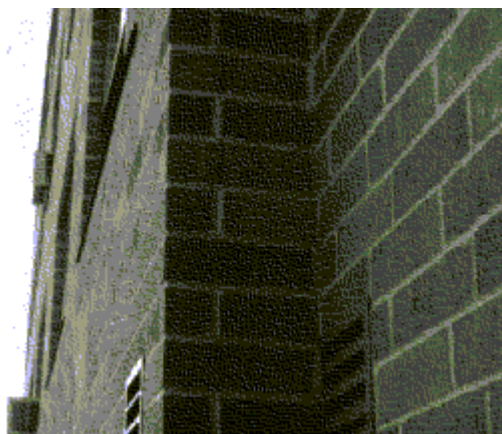


Fig. 4 - Fissura num recanto

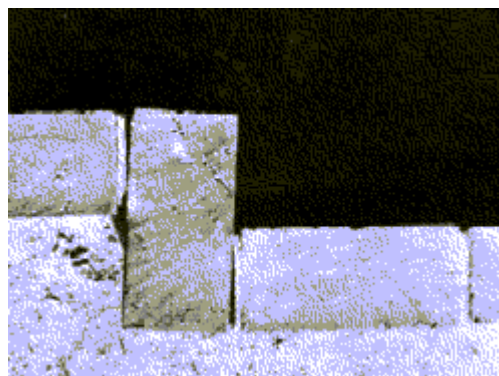


Fig. 5 - Rotação num recanto

**Adelgaçamentos e aberturas.** São bastante vulgares fracturas verticais nos adelgaçamentos e nas aberturas das paredes se os movimentos não forem acomodados. Quando paredes paralelas expandem em direcção ao adelgaçamento, esse movimento produz a rotação do adelgaçamento causando fracturas verticais (ver Fig. 4 e 5).

**Encurtamento da estrutura reticulada.** Em estruturas reticuladas, principalmente em edifícios com estrutura de betão, a retracção vertical consequente da fluência ou da retracção dos elementos estruturais pode impor elevados esforços à alvenaria. Estes esforços podem-se desenvolver nas vergas das janelas, ângulos em consola, e outros pontos onde as tensões se concentram. A Fig. 6 mostra uma parede - máscara suportada por uma consola de canto metálica, numa estrutura de betão. Ao longo do tempo a estrutura de betão retrai e fez com que a consola metálica passasse a descarregar sobre a alvenaria que lhe estava por baixo. Como não foi prevista uma junta de dilatação horizontal, os esforços concentraram-se na junta de argamassa directamente por baixo do canto provocando o esmagamento da alvenaria situada por baixo. Estes fenómenos também podem provocar o arqueamento ("barriga") da alvenaria entre pisos, se esta não estiver adequadamente ligada ao seu suporte interior, ou se este não for suficientemente rígido.



Fig. 6 - Fractura consequente do encurtamento da estrutura

**Platibandas.** As platibandas com três faces expostas estão sujeitas a picos de humidade e de temperatura que podem ser substancialmente diferentes dos respeitantes às paredes que lhe estão por baixo. Também, falta às platibandas o peso morto das alvenarias por cima para as ajudar a resistir aos movimentos. A expansão pode fazer criar "barrigas" nas platibandas se estas estiverem restringidas em ambos os cantos, ou pode fazê-las afastarem-se dos cantos se essa restrição estiver apenas num deles (ver Fig. 7).

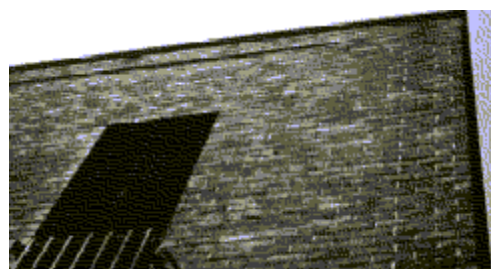


Fig. 7 - Convexidade num parapeito consequente de expansão

**Fundações.** As paredes de alvenaria acima do nível térreo, construídas sobre fundações em betão irão expandir ao mesmo tempo que o betão irá retrair. Este movimento diferencial irá provocar um corte no interface com a fundação, se existir ligação recíproca. Resultam frequentemente movimentos nos tijolos longe do canto ou fracturas no betão (ver Fig. 8).

**Deformação e assentamento.** As fracturas por deformação e por assentamento estão identificadas por uma fenda que vai fechando gradualmente. A Fig. 9 mostra uma fractura por deformação consequente de insuficiente suporte da parede sobre um lintel. A fractura é mais larga junto à cantoneira metálica e vai fechando até desaparecer.

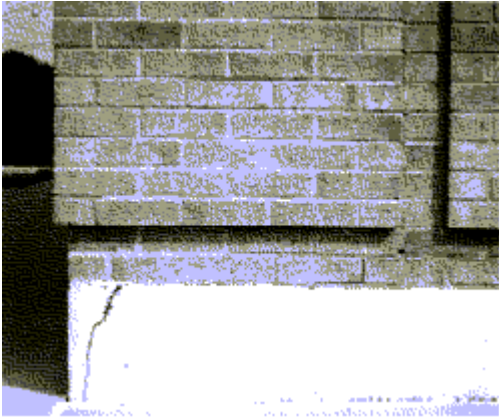


Fig. 8 – Fractura no canto de uma fundação

A Nota Técnica 31B Revista, *Structural Steel Lintels*, pormenoriza o projecto adequado para lintéis metálicos que suportem alvenaria. As fracturas por deformação também podem aparecer em consolas metálicas de canto agarradas a vigas periféricas que se deformem.



Fig. 9 – Fractura consequente de deflexão

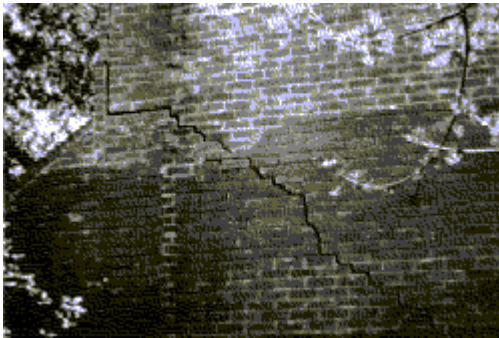


Fig. 10 – Fractura consequente de assentamento diferencial

A Fig. 10 mostra uma fractura consequente de um assentamento diferencial na fundação. Se todo o assentamento for por igual, poucos danos aparecem. A fractura aparece quando uma parte de uma estrutura assenta mais do que outra parte adjacente.

**Pilares ocultos.** Quando estiverem rigidamente envolvidos na alvenaria elementos estruturais, alguns movimentos dos pilares são transferidos para a alvenaria, provocando fracturas. Estes movimentos podem ser consequentes da deformação elástica da estrutura ou da expansão lateral consequente da fluência. Estas fracturas ocorrem quer no exterior quer no interior dos edifícios (ver Fig. 11).

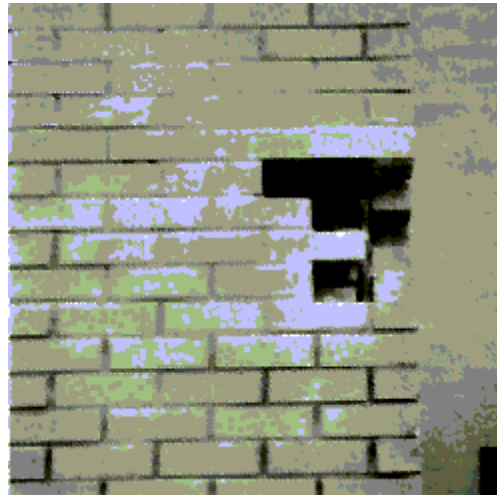


Fig. 11 – Pilar oculto

**“Encaracolar” do betão.** Se uma laje de betão estiver fria e seca por cima e quente e húmida por baixo, a face superior fica mais curta que a inferior fazendo com que a laje “encaracole” para cima. As lajes de betão betonadas *in-situ* também “encaracolam” nos cantos em consequência da deformação causada quando as cofragens são retiradas e as cargas aplicadas. Este “encaracolar” pode fazer subir as alvenarias ligadas à, ou assentes na, laje de betão (ver Fig. 12).



Fig. 12 – Fractura consequente do “encaracolar” de uma laje em betão

**Elementos apoiados.** Elementos apoiados ou ligados à alvenaria podem provocar fissuração ou fracturas quando se movimentam ou expandem. Reforços metálicos da alvenaria (*colocados nas juntas de argamassa desta*) que sejam contínuos e atravessem uma junta de dilatação podem-se deformar, arrancando a argamassa adjacente (ver Fig. 13). A corrosão de elementos metálicos dentro da alvenaria provoca um aumento de volume de tal magnitude que fractura ou fissura a alvenaria.

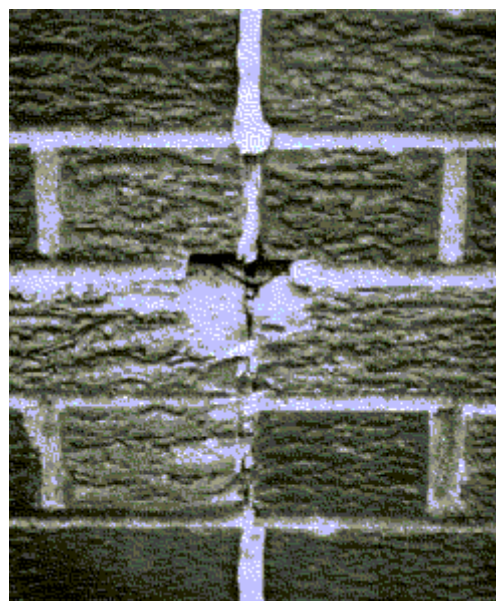


Fig. 13 – Fractura consequente da dobragem de um reforço metálica de junta

## SUMÁRIO

Esta *Nota Técnica* descreve os diversos movimentos que aparecem nos materiais de construção e nas construções. Explica também os efeitos destes movimentos. As fracturas na alvenaria podem ser eliminadas se todos os factores forem tomados em consideração e se os movimentos previstos forem acomodados.

A informação e as sugestões contidas nesta *Nota Técnica* estão baseadas nos dados disponíveis e na experiência da equipa de engenharia do *Brick Institute of America*. A informação acima apresentada deve ser usada em conjugação com bom senso técnico e com um conhecimento básico das propriedades da alvenaria de tijolo.

As decisões quanto ao uso da informação contida nesta *Nota Técnica* não estão dentro dos objectivos do *Brick Institute of America* e devem competir ao arquitecto ou engenheiro projectista, ao dono da obra ou a todos eles.

## REFERÊNCIAS

Nas seguintes publicações podem ser encontradas informações mais detalhadas sobre os assuntos discutidos :

1. "Building Code Requirements for Masonry Structures (ACI 530/ASCE 5)", American Concrete Institute, Detroit, MI, 1988.
2. "Building Movements and Joints", Portland Cement Association, 1982.
3. Fintel, M., Ghosh, S.K., Iyengar, H., "Column Shortening in Tall Structures – Prediction and Compensation", Portland Cement Association, 1987.
4. Grimm, C.T., "Masonry Cracks : A Review of the Literature", *Masonry : Materials, Design, Construction, and Maintenance*, ASTM STP 992, H.A. Harris, Ed., ASTM, Philadelphia, PA, 1988, pp. 257-280.
5. Grimm, C.T., "Probabilistic Design of Expansion Joints in Brick Cladding", *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Canadian Masonry Symposium*, University of New Brunswick, Canada, 1986, pp. 553-568.
6. Robinson, G.C. "The Reversibility of Moisture Expansion", *American Ceramic Society Bulletin*, Vol. 64, 1985, pp. 712-715.
7. Scheffler, M.J., Chin, I.R., Slaton, D., "Moisture Expansion of Fired Bricks", *Fifth North American Masonry Conference*, Junho de 1990, pp.549-562.
8. "Shrinkage Characteristics of Concrete Masonry Walls", *Housing Research Paper n.º 34*, Housing and Home Finance Agency, Abril de 1954.
9. Winter, G. e Nilson, A.H., "Design of Concrete Structures", McGraw-Hill Book Company, 1979.
10. "Wood Handbook : Wood as an Engineering Material", *Agricultural Handbook 72*, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., 1987.
11. Young, J.E., e Brownell, W.E., "Moisture Expansion of Clay Products", *Journal of the American Ceramic Society*, Vol. 42, n.º 12, 1959, pp. 571-581.