

Notas Técnicas para a Construção em Tijolo Brick Industry Association 11490 Commerce Park Drive, Reston, Virginia 20191 USA	8 REVISTA
	Junho 1995

http://www.bia.org/html/frmset_thnt.htm

ARGAMASSAS PARA ALVENARIA DE TIJOLO

Resumo : Esta Nota Técnica diz respeito às argamassas para alvenaria de tijolo. São identificados os principais componentes das argamassas. As propriedades das argamassas são descritas tal como os seus efeitos sobre as alvenarias de tijolo. Fornece-se informação para a selecção dos materiais apropriados para as argamassas e as propriedades das argamassas.

Palavras chave : propriedades da argamassa endurecida, argamassa, propriedades da argamassa plástica, especificações, tipos de argamassas.

INTRODUÇÃO

A argamassa é o agente agregador que integra o tijolo numa parede de alvenaria. A argamassa deve ser forte, durável, capaz de manter a parede intacta, e deve ajudar a criar uma barreira resistente à água. Deve poder acomodar as variações dimensionais e as propriedades físicas do tijolo quando assente. Estes requisitos são influenciados pela composição, proporções e propriedades da argamassa.

Porque o betão e as argamassas contém os mesmos componentes principais, é frequentemente e erradamente assumido que a boa prática do betão é também a boa prática das argamassas. Na realidade, as argamassas diferem do betão nas consistências de trabalho, métodos de colocação, e desempenho estrutural. A argamassa é usada para agregar as unidades de alvenaria num elemento único, desenvolvendo uma completa, forte e durável ligação. O betão, no entanto, é normalmente um elemento estrutural por si próprio. As argamassas são colocadas vulgarmente entre unidades de alvenaria que são absorventes, e perde água pelo contacto com essas unidades. O betão é geralmente colocado em moldes metálicos ou de madeira não absorventes, que absorvem muito pouca ou nenhuma água. A importância do teor de água – cimento no betão é bastante significativa, enquanto que para a argamassa é menos importante. As argamassa têm um elevado teor de água – cimento quando são amassadas, mas esse teor altera-se para um valor inferior quando a argamassa entra em contacto com unidades absorventes.

Esta *Nota Técnica* diz respeito aos materiais, meios de especificação e propriedades das argamassas. Outras *Notas Técnicas* desta série incluem uma especificação normalizada para as argamassas de cimento Portland + cal (*BIA M1-88*) e para a selecção e controlo das argamassas.

MATERIAIS

Historicamente, as argamassas têm sido compostas com uma grande variedade de materiais. O gesso calcinado e a areia foram usados para compor argamassas no antigo Egipto, enquanto que a cal e a areia foram vastamente usadas neste país (EUA) antes de 1900. actualmente, os componentes secos básicos das argamassas incluem o cimento Portland, o cimento para alvenarias, a cal hidratada e areias. Cada um destes materiais tem uma contribuição definida no desempenho da argamassa.

Cimento Portland

O cimento Portland, um cimento hidráulico, é o principal componente cimentício das argamassas. Contribui para a durabilidade, alta resistência e presa rápida da argamassa. O cimento Portland usado em argamassas deve cumprir com a *ASTM C 150 Specification for Portland Cement*. Entre os oito tipos cobertos pela *ASTM C 150*, apenas três são recomendados para serem usados em argamassas para alvenarias :

Tipo I - Para usos gerais quando não forem pretendidas as propriedades especiais dos Tipos II e III.

Tipo II - Para usos em que seja pretendido moderada resistência aos sulfatos e moderado calor de hidratação.

Tipo III - Para usos quando for desejada uma alta resistência prematuramente.

O uso de cimentos hidráulicos compostos, *ASTM C 595 Specification for Blended Hydraulic Cement*, tais como o cimento Portland de escórias de alto – forno, o cimento Portland – pozolanas, o cimento de escórias e o cimento natural, não é recomendado a menos que a argamassa que contenha tais cimentos atinja as especificações de composição da *ASTM C 270 Specification for Mortar for Unit Masonry*.

Porque a sua alta incorporação de ar pode reduzir significativamente a ligação entre a argamassa e as unidades de alvenaria ou os reforços, o uso de cimento Portland com incorporação de ar ou hidráulico composto não é recomendado. A maioria dos regulamentos indicam resistências de rotura à compressão baixas para as argamassas compostas com cimento Portland com incorporação de ar.

Cimentos para alvenaria

Os cimentos para alvenarias são materiais cimentícios fabricados apenas para a preparação de argamassas. Eles são largamente usados por causa da sua disponibilidade e boa trabalhabilidade. A *ASTM C 91 Specification for Masonry Cement* define “cimento para alvenaria” como um “cimento hidráulico, principalmente usado na construção em alvenarias e acabamentos, e que consiste numa mistura de cimento hidráulico Portland ou composto e materiais plastificantes (tais como o calcário e a cal hidratada ou a cal hidráulica), juntos com outros materiais introduzidos para potenciar uma ou mais propriedades tais como o tempo de presa, a trabalhabilidade, a retenção de água e a durabilidade”. A *ASTM C 91* fornece critérios específicos para os requisitos físicos e para as características de desempenho dos cimentos para alvenaria. Os constituintes dos cimentos para alvenaria podem variar conforme o seu fabricante, as práticas construtivas locais, e as condições climáticas.

Os cimentos para alvenarias são classificados em três tipos pela *ASTM C 91* : Tipos M, S e N. A actual edição da *ASTM C 91* exige um conteúdo de ar mínimo de 8% (em volume) e limita o máximo conteúdo de ar aos 21% para o cimento para alvenaria do Tipo N e aos 19% para os cimentos para alvenaria dos Tipos S e M. Uma argamassa preparada em obra irá ter tipicamente um conteúdo de ar entre 2% a 3% mais baixo do que quando testada sob condições laboratoriais.

Nos regulamentos técnicos modelo, os valores admissíveis para a resistência de rotura à compressão para as alvenarias construídas com argamassas de cimentos para alvenaria são inferiores aos admitidos para alvenarias com argamassas de cimento Portland + cal sem incorporação de ar. Portanto, o uso dos cimentos para alvenaria deve ser baseada nos requisitos para cada aplicação específica.

Cal hidratada

A cal hidratada é um derivado da pedra calcária que passou por duas reacções químicas para produzir hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 . A cal, que apenas faz presa em contacto com o dióxido carbónico do ar, contribui para a ligação, para a trabalhabilidade, para a retenção de água e para a elasticidade.

A cal hidratada conforme à *ASTM C 207 Specification for Hydrated Lime for Masonry Purposes* está à venda em quatro tipos. Apenas se deve usar cal hidratada do Tipo S em argamassas. A cal hidratada do Tipo N não tem limites para a quantidade de óxidos não hidratados. A cal dos Tipos NA e SA contém aditivos incorporadores de ar o que reduz a extensão da ligação entre a argamassa e as unidades de alvenaria ou os reforços, e por isso não são recomendadas para argamassas.

Porque a cal apenas endurece em contacto com o dióxido carbónico do ar, esse endurecimento decorre lentamente durante um longo período. Contudo, se se desenvolver uma fissura capilar, a água e o dióxido carbónico que penetrem na junta irão formar carbonato de cálcio. O carbonato de cálcio recém

desenvolvido irá selar essas fissuras contra posteriores penetrações de água. Este processo de auto perpetuação é conhecido como “cura autógena”.

Agregados

A areia actua como um enchimento, proporcionando uma mistura económica e controlando a retracção. Podem ser usadas areias naturais ou manufacturadas. Os limites da sua granulometria são dados pela *ASTM C 144 Specification for Aggregates for Masonry Mortars*.

Essa granulometria pode ser facilmente alterada sem grandes custos pela adição de areias finas ou grosseiras. Por vezes o método mais fiável exige que se estude a dosagem da argamassa para condizer com a areia disponível, em vez de se exigir uma areia que configure uma determinada granulometria. Contudo, se a areia não cumprir com os requisitos de granulometria da *ASTM C 144*, só pode ser usada se a ainda assim a argamassa atingir as especificações características da *BIA M1 Specifications for Portland Cement-Lime Mortar for Brick Masonry* ou da *ASTM C 270*.

Água

Se a água for transparente, potável, e livre de materiais ácidos corrosivos, alcalis ou orgânicos, ela é apropriada para as argamassas para alvenaria.

Aditivos

Usam-se por vezes aditivos nas argamassas para se aumentar a sua trabalhabilidade, diminuir o tempo de presa e retardar o congelamento. Os aditivos para se obter uma determinada cor para a argamassa são os mais largamente usados. Apesar de alguns aditivos serem inofensivos, alguns são prejudiciais para a argamassa e para a alvenaria resultante. Já que as propriedades, quer das argamassas plásticas quer das já endurecidas, dependem tão largamente dos seus componentes, o uso dos aditivos não deve ser considerado a não ser que o seu efeito sobre as argamassas seja bem conhecido. O uso de aditivos devia ainda ser examinado sob a perspectiva do seu efeito sobre a parede, sobre as unidades de alvenaria ou sobre os elementos embebidos nessa parede.

ESPECIFICAÇÃO DAS ARGAMASSAS

As argamassas para alvenaria são classificadas em quatro grupos : M, S, N e O. Cada tipo de argamassa consiste em agregado, água, e um ou mais dentre os três materiais cimentícios (cimento Portland, cimento para alvenarias e cal) listados na secção anterior.

Existem dois métodos para a especificação da argamassa por tipos, na *ASTM C 270* e na *BIA M1* : pelas dosagens e pelas propriedades.

Especificação de dosagens

As especificações por proporções exigem que os materiais da argamassa sejam amassados em dadas proporções volumétricas. Se a argamassa for especificada por este método, não são exigidos nenhuns ensaios laboratoriais para essa argamassa. A Tabela 1 indica requisitos de dosagens para os diversos tipos de argamassa. Note-se que um cimento para alvenaria do Tipo N pode ser combinado com cimento Portland para produzir argamassas dos Tipos S ou M.

Especificação de propriedades

As especificações de propriedades exigem que uma dada composição de argamassa atinja propriedades especificadas sob condições de ensaio laboratorial. Se a argamassa for especificada por especificação de propriedades, devem ser conduzidos ensaios laboratoriais quanto à resistência à compressão, a retenção de água, e o conteúdo de ar de uma argamassa amassada em laboratório com uma determinada quantidade de água. As quantidades dos componentes determinadas pelos ensaios laboratoriais são então usadas em obra, mas com a quantidade de água determinada pelo pedreiro. A Tabela 2 indica requisitos de propriedades para os diversos tipos de argamassas. As propriedades das argamassas amassadas em obra não podem ser comparadas com os requisitos de especificações de propriedades por causa das diferentes quantidades de água usadas nas argamassas.

TABELA 1

Requisitos de especificação de dosagens

NOTA – Não devem ser combinados dois materiais incorporadores de ar na mesma argamassa

Argamassa	Tipo	Dosagem volumétrica (Materiais cimentícios)					Dosagem de agregado (medida em condição húmida e soltos)
		Cimento Portland ou Cimento composto	Cimento para alvenarias			Cal hidratada ou Calcário, em pasta	
			M	S	N		
Cimento + cal	M	1				¼	Nunca menos que 2 ¼ e nunca mais que 3 vezes a soma dos volumes individuais dos materiais cimentícios
	S	1				de ¼ a ½	
	N	1				de ¼ a ½	
	O	1				de ¼ a ½	
Cimento para alvenaria	M	1			1	de ¼ a ½	
	M		1				
	S	½			1		
	S			1			
	N				1		
	O				1		

TABELA 2

Requisitos de especificação de propriedades¹

Argamassa	Tipo	Resistência mínima à compressão média aos 28 dias Psi (Mpa)	Retenção mínima de água %	Conteúdo máximo de água %	Dosagem de agregado (medida em condição húmida e soltos)
Cimento + cal	M	2500 (17,2)	75	12	Nunca menos que 2 ¼ e nunca mais que 3 vezes a soma dos volumes individuais dos materiais cimentícios
	S	1800 (12,4)	75	12	
	N	750 (5,2)	75	14 ²	
	O	350 (2,4)	75	14 ²	
Cimento para alvenaria	M	2500 (17,2)	75	18 ³	
	S	1800 (12,4)	75	18 ³	
	N	750 (5,2)	75	20 ³	
	O	350 (2,4)	75	20 ³	

¹ Apenas para argamassas preparadas em laboratório² Quando for incorporado algum reforço estrutural em argamassas de cimento + cal, o conteúdo máximo de ar deve ser de 12%.³ Quando for incorporado algum reforço estrutural em alvenarias com argamassa de cimento, o conteúdo máximo de ar deve ser de 18%.

Especificação de dosagem contra especificação de propriedades

O especificador deve indicar nas especificações do projecto onde é determinante a dosagem ou onde são determinantes as especificações de propriedades. Se o especificador não o fizer, então são adoptadas especificações de dosagem por defeito. O especificador deve também confirmar que os tipos de argamassa seleccionados e que os materiais indicados nas especificações de projecto são consistentes com os requisitos estruturais do projecto para a alvenaria.

As argamassas preparadas por especificações de dosagem não devem ser comparadas com argamassas preparadas por especificações de propriedades. Uma argamassa que seja amassada de acordo com especificações de dosagem irá dar em ensaio laboratorial mais elevada resistência à compressão do que a correspondente argamassa feita por especificações de propriedades.

As dosagens volumétricas dadas pela Tabela 1 ou as determinadas por ensaios laboratoriais podem ser convertidas em dosagens por peso. Os pesos por pé cúbico assumidos para os materiais são :

Cimento Portland	94 lb (1504 kg/m ³)
Cal hidratada	40 lb (640 kg/m ³)
Cimento para alvenarias	Variável; usar o peso específico impresso no saco
Areia, húmida e solta	80 lb (1280 kg/m ³)

PROPRIEDADES FÍSICAS DAS ARGAMASSAS

As argamassas têm dois distintos e importantes conjuntos de propriedades; as dos seu estado plástico e as do seu estado endurecido. As propriedades das argamassas plásticas ajudam a estabelecer a compatibilidade da argamassa com o tijolo e a sua adequabilidade construtiva. As propriedades das argamassas plásticas incluem a trabalhabilidade, a retenção de água, a fluidez inicial e a fluidez após absorção. As propriedades das argamassas endurecidas ajudam a estabelecer o desempenho da alvenaria acabada. As propriedades das argamassas endurecidas incluem a ligação, a durabilidade, a deformabilidade e a resistência à compressão.

Ligação

A ligação é talvez a mais importante propriedade física individual da argamassa endurecida. Quer a resistência quer a extensão da ligação são igualmente importantes. As variáveis que afectam a aderência são a textura do tijolo, o conteúdo em ar da argamassa, a retenção em água da argamassa, a pressão aplicada na junta durante o assentamento, a dosagem da argamassa e os processos de cura.

Efeito da textura do tijolo. A pesquisa demonstra que a textura da face do leito de assentamento é o factor maior na determinação da ligação. A ligação da argamassa é superior nas superfícies rugosas, tais como as das faces cortadas a arame, do que nas faces lisas, tais como as superfícies de extrusão. As superfícies areadas podem reduzir a ligação conforme a quantidade de areia sobre a superfície e a sua aderência a essa superfície.

Efeito da absorção pelo tijolo. A taxa inicial de absorção medida em laboratório (IRA) do tijolo, indica a absorção pelo tijolo e se ele deve estar molhado antes do assentamento. No entanto, é a absorção real no instante do assentamento que vai influir na resistência da ligação. Em praticamente todos os casos, a argamassa liga-se melhor a tijolos cuja absorção seja inferior a 30 g/min/30 in² (1,55 kg/m²/min) no momento do assentamento. Se a absorção do tijolo exceder este valor, então o tijolo deve ser molhado entre três a vinte e quatro horas antes do assentamento. O tijolo molhado deve ter as suas faces secas antes de ser aplicado à argamassa.

Alguns investigadores demonstraram que o IRA parece ter pouca influência na resistência da ligação.

Efeito do conteúdo em ar. A informação disponível indica a existência de uma relação definida entre o conteúdo em ar e a resistência da ligação da argamassa. Desde que os outros parâmetros sejam mantidos constantes, conforme o conteúdo em ar sobe, a resistência à compressão e a força de ligação diminuem, enquanto que a trabalhabilidade e a resistência à deterioração por congelamento – descongelamento aumentam.

Efeito da fluidez. Um aumento da fluidez de uma argamassa no momento do seu emprego é benéfico porque pode satisfazer a absorção pelo tijolo e pode permitir maior controle da argamassa pelo pedreiro. Para todas as argamassas, e com excepções menores para todos as absorções pelo tijolo, a resistência de ligação aumenta quando a fluidez aumenta. Contudo, a água em excesso pode reduzir quer a trabalhabilidade quer ambas as resistências.

O lapso de tempo entre a execução do meio-fio e o assentamento do tijolo irá afectar a fluidez da argamassa, particularmente quando a argamassa é aplicada sobre tijolo de alta absorção, ou quando a construção é feita com tempo quente e seco. Em tais casos, a argamassa irá apresentar menor fluidez no momento em que o tijolo estiver a ser assente do que no momento em que ela foi aplicada. Possivelmente, a ligação de um tijolo assente sobre esta argamassa pode ficar substancialmente reduzida. Para altas resistências de ligação, deve-se reduzir este intervalo de tempo ao mínimo.

Porque a argamassa não é usada logo após ter sido amassada, alguma da sua água pode evaporar enquanto ela está na estância. Deve ser encorajada a adição de água na argamassa (retemperar) para reposição da água perdida por evaporação. Embora a resistência à compressão possa ser ligeiramente diminuída se a argamassa for retemperada, ambas as resistências irão efectivamente baixar se o não for. Todas as argamassas devem ser usadas dentro das 2 ½ horas após amassadura antes que a argamassa comece a ganhar presa.

Efeito do movimento. Assim que a argamassa tenha começado a endurecer, percutir ou tentar movimentar os tijolos por qualquer outra forma pode ser prejudicial para a ligação. A movimentação nesta altura irá quebrar a ligação entre o tijolo e a argamassa. A argamassa parcialmente seca não tem plasticidade suficiente para readir bem às unidades de alvenaria.

Efeitos da dosagem. Não existe uma combinação exacta de materiais que vão sempre produzir a ligação óptima. As argamassas de Tipo S irão desenvolver tipicamente as mais altas resistências mecânicas entre todos os tipos de argamassa, se todas as outras variáveis se mantiverem constantes.

Efeitos da cura. A cura húmida das alvenarias geralmente produz mais elevadas resistências de ligação do que a cura a seco, mas os constituintes da argamassa irão influir nesse resultado. Os valores de ambas as resistências, em projecto, são baseados na cura a seco.

Métodos de ensaio. Porque muitas variáveis afectam a ligação, pode ser desejável obterem-se resultados reproduzíveis a partir de ensaios laboratoriais de pequena escala. O ensaio à resistência da ligação, feito por arrancamento, *ASTM C 1072 Method for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength*, existe para preencher esta necessidade. Ele avalia a resistência mecânica de ligação em cada junta de um prisma em alvenaria. O ensaio por arrancamento veio substituir diversos ensaios tais como o *ASTM E 518* e o *E 72*. O equipamento constante da Figura 1 consiste num prisma em pilha vertical de alvenaria fixado numa moldura estacionária. Um braço em balanço é fixado ao tijolo do topo da pilha acima da junta que vai ser ensaiada. O extremidade livre do braço é carregada até à rotura, a qual ocorre quando o tijolo a que está fixado o braço é "arrancado" fora.

Geralmente, para se aumentar a resistência mecânica de ligação :

1. Aplicar a argamassa numa face cortada por arame ou áspera, em vez de uma face da superfície de extrusão.
2. Usar um tijolo cuja absorção seja inferior a 30 g/min/30 in² (1,55 kg/m²/min) no momento do assentamento. Controlar a absorção elevada pela molhagem do tijolo previamente ao assentamento.
3. Usar argamassa do Tipo S de cimento Portland + cal ou argamassa do Tipo S de cimento para alvenaria cujo conteúdo em ar esteja dentro de limites entre o inferior e o médio do *ASTM C 91*.
4. Amassar a argamassa até à fluidez máxima compatível com o assentamento. Usar a máxima água de amassadura possível e autorizar o retempero.

Conteúdo em água

O conteúdo em água é, possivelmente o aspecto mais incompreendido da argamassa para alvenarias, provavelmente devido à semelhança entre os materiais das argamassas e dos betões. Muitos projectistas usam especificações para argamassas erradamente baseadas na presunção de que os requisitos das argamassas são similares aos requisitos dos betões, especialmente no que respeita ao teor água - cimento. Muitas especificações exigem incorrectamente que as argamassas sejam amassadas com a quantidade mínima de água que permita a sua trabalhabilidade. Frequentemente, é

também proibido o retempero da argamassa. Estas condições resultam em argamassas que têm superior resistência à compressão mas menor resistência de ligação. A amassadura da argamassa com a quantidade máxima de água que permita a sua trabalhabilidade irá proporcionar a máxima resistência de ligação dentro das capacidades da argamassa. É permitido o retempero, mas apenas para repor a água perdida por evaporação. Isto pode ser controlado na prática, requerendo-se que todas as argamassas sejam usadas dentro das 2 ½ horas após a sua amassadura inicial.

Trabalhabilidade

Uma argamassa é trabalhável se a sua consistência permitir que ela seja espalhada com reduzido esforço, e se permitir que ela adira prontamente às superfícies verticais da alvenaria. Embora um pedreiro experiente seja um bom juiz da trabalhabilidade das argamassas, não existe nenhum ensaio laboratorial normalizado para a medição desta propriedade.

A retenção de água, a fluidez e a resistência à segregação afectam a trabalhabilidade. Por outro lado, estas características são afectadas pelos componentes das argamassas. Em consequência deste relacionamento complexo, é difícil obterem-se estimativas quantificadas da trabalhabilidade. Até que seja desenvolvido um ensaio, os requisitos para a retenção de água e a granulometria dos agregados devem estar relacionados com uma trabalhabilidade satisfatória.

Fluidez inicial e retenção de água

A fluidez inicial é essencialmente uma medida do conteúdo em água da argamassa. Pode ser medido, principalmente, por qualquer um de dois métodos :

1. *ASTM C 109 Method of Test for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars*
2. *ASTM C 780 Method for Preconstruction and Construction Evaluation of Mortars for Plain and Reinforced Unit Masonry.*

No *ASTM C 109*, forma-se um cone truncado sobre uma mesa de fluidez, a qual é então mecanicamente elevada e abaixada 25 vezes em 15 segundos. Durante este teste, a argamassa irá fluir aumentando o diâmetro da amostra de argamassa. A fluidez inicial é a taxa de aumento do diâmetro da base do cone, a partir das 4 polegadas iniciais, expressa em percentagem.

No *ASTM C 780*, um cilindro oco com 3 1/3 in. (89 mm) de altura é preenchido com argamassa, e um êmbolo cónico, cujo vértice é colocado no cimo do cilindro, é deixado cair sobre a argamassa. Mede-se a profundidade de penetração do cone na argamassa. Quanto maior for a penetração do cone na argamassa, maior será a sua fluidez ou o seu conteúdo em água.

A retenção de água é a capacidade que uma argamassa tem de reter água quando colocada em contacto com unidades de alvenaria absorventes. O valor laboratorial do conteúdo em água é a relação entre a fluidez após absorção e a fluidez inicial, expressa em percentagem. A fluidez após absorção, conforme descrita na *ASTM C 91*, é determinada sujeitando-se a argamassa ao vácuo e tornando a medir-se a sua fluidez. Uma argamassa que tenha baixa retenção de água irá perder humidade mais rapidamente. O IRA do tijolo é escolhido por forma a se poder determinar se é prejudicial para a ligação.

As argamassas laboratoriais são baseadas numa fluidez inicial de apenas 105% a 115%. As argamassas de construção normalmente têm fluidez inicial da ordem dos 130% a 150%, para proporcionarem um nível de trabalhabilidade satisfatório para o pedreiro. Os requisitos para as argamassas preparadas em laboratório não devem ser aplicados às argamassas preparadas em obra. Além disso, os resultados dos ensaios sobre argamassas preparadas em laboratoriais não devem ser comparados com resultados de ensaios sobre argamassas preparadas em obra, sem que se considere a fluidez inicial de cada uma. Os requisitos mais baixos para a fluidez das argamassas preparadas em laboratório foram preconizados por permitirem resultados de ensaio mais consistentes nos equipamentos laboratoriais mais disponíveis, e para compensarem a absorção da água pelas unidades.

Geralmente, as seguintes condições aumentarão a retenção de água :

1. Adição de finos dentro dos limites permitidos pela granulometria.
2. Utilização de cal altamente plástica (cal Tipo S).
3. Aumento do conteúdo em ar.

Extensibilidade e fluidez plástica

Extensibilidade é outra palavra para significar esforço de tracção máximo no momento da rotura. Reflecte o alongamento máximo possível sob forças de tracção. As argamassas de cal altamente plástica apresentam maior fluidez que as argamassas de cal pouco plástica. A fluidez plástica, ou fluência, actuando em conjunto com a extensibilidade irão proporcionar alguma flexibilidade à alvenaria, permitindo ligeiros movimentos. Onde for desejável uma maior resiliência ao movimento, deve-se diminuir a dosagem de cal, enquanto ainda for possível satisfazer-se os outros requisitos.

Resistência à compressão

Tal como o betão, a resistência à compressão das argamassas depende em primeiro lugar da sua dosagem de cimento e da relação água – cimento. Contudo, porque a resistência à compressão das argamassas das alvenarias é menos importante que a sua resistência de ligação, a sua trabalhabilidade e a sua retenção de água, estas últimas propriedades devem ser tidas em consideração prioritariamente na selecção de uma argamassa.

Efeitos da composição. A resistência à compressão aumenta com o aumento da dosagem de cimento de uma argamassa e diminui com o aumento do teor de água, dosagem de cal e com o excesso de areia. Por vezes incorpora-se ar para se obter maior fluidez com menor teor de água. O motivo aqui é que menores relações água – cimento irão proporcionar mais altas resistências à compressão. No entanto, isto geralmente demonstra ser fútil já que a resistência à compressão diminui com o aumento da incorporação de ar.

Efeitos do retempero. Retemperar-se irá diminuir a resistência à compressão da argamassa, tanto mais quanto mais tempo passar sobre a amassadura. A argamassa irá começar a endurecer cerca de 2 ½ horas após a amassadura inicial. Como a amassadura após o início de presa faz baixar a resistência à compressão ainda mais, esta redução de resistência irá ser nitidamente menor se o retempero for feito antes que passe esse tempo. É frequentemente desejável sacrificar-se alguma resistência à compressão a favor de um aumento da resistência de ligação, autorizando-se o retempero.

Métodos de ensaio. A resistência à compressão é medida pelo ensaio de cubos com 2 in. (5 cm) ou de cilindros com 2 in. (5 cm) por 3 in. (75 mm) de diâmetro. Os procedimentos para a moldagem e para o ensaio dos cubos e dos cilindros consta do *ASTM C 109* e do *ASTM C 780*, respectivamente. Porque os ensaios são relativamente simples e porque dão resultados consistentes e reproduzíveis, a resistência à compressão é considerada uma base de comparação para as argamassas.

Durabilidade

A durabilidade de uma argamassa numa alvenaria não saturada não é um problema sério. A durabilidade das argamassas é demonstrada por inúmeras estruturas em alvenaria que estão ao serviço há muitos anos.

Apesar de o aumento do conteúdo em ar poder aumentar a durabilidade da argamassa de uma alvenaria, também irá fazer diminuir a sua resistência de ligação e outras propriedades desejáveis. Por esta razão, e porque a argamassa é normalmente bastante durável sem a incorporação de ar, não é recomendado o uso de aditivos para incorporar ar.

Alterações volumétricas

As alterações volumétricas nas argamassas podem resultar de quatro causas : reacções químicas durante o endurecimento, alterações térmicas, humedecimento e secagem, e componentes inapropriados que expandem quimicamente. As alterações volumétricas diferenciais, entre os tijolos e a argamassa, num dado pano de parede não têm qualquer importância no seu desempenho. Contudo, as alterações ao seu volume total podem ser importantes.

A alteração volumétrica provocada pelo endurecimento é frequentemente denominada por retracção de presa e depende das condições de cura, das dosagens e do conteúdo em água. As argamassas endurecidas em moldes absorventes ou em contacto com o tijolo exibem uma retracção consideravelmente menor do que as endurecidas em moldes não absorventes. Um aumento no conteúdo em água irá provocar um aumento na retracção durante o endurecimento da argamassa se o excesso de água não for removido.

As alterações da temperatura irão provocar a dilatação e a contracção da alvenaria. A dilatação e a contracção térmicas da alvenaria e os meios para se lidar com os previsíveis movimentos desta são discutidos nas *Notas Técnicas* da Série 18.

As argamassas expandem e retraem conforme o seu conteúdo em humidade aumenta e diminui, respectivamente. O conteúdo em humidade altera-se com os normais ciclos de molhagem e secagem. A magnitude da alteração volumétrica devida a este efeito é menor do que a retracção de presa. Os componentes inadequados ou certas impurezas podem provocar a expansão das argamassas. Óxidos de cal não hidratados ou gesso são exemplos do que se disse, e podem provocar alterações volumétricas significativas.

Eflorescência

A eflorescência é um depósito cristalino de sais hidrossolúveis na superfície da alvenaria. A argamassa pode ser um contribuinte importante para a eflorescência já que é uma fonte primária de hidróxido de cálcio. Este produto químico pode produzir eflorescências por si só e pode reagir com soluções provenientes do tijolo para formar compostos insolúveis. As argamassas podem conter componentes solúveis, inclusive alcalis, sulfatos e hidróxido de magnésio.

Actualmente não existe nenhum método de ensaio normalizado para se determinar o potencial para a eflorescência de uma argamassa ou de uma combinação tijolo / argamassa. Os cientistas concluem que as argamassas poderão florescer sob quaisquer ensaios normalizados.

Cor

As argamassas coloridas podem ser obtidas pelo uso de agregados coloridos ou de pigmentos apropriados. O uso de agregados coloridos é preferível sempre que seja possível obter-se a cor desejada. A areia branca, o areão granítico, o pó de mármore ou o pó de pedras calcárias, geralmente têm cores permanentes e não enfraquecem as argamassas. Para juntas brancas, usam-se areia branca, pó de calcário ou pó de mármore com cimento branco e cal.

Os pigmentos para argamassas devem ser suficientemente finos para se dispersarem na mistura, devem ser capazes de provocarem a cor desejada quando usados em quantidades admissíveis, e não devem reagir com os outros componentes provocando danos na argamassa. Estes requisitos são geralmente reunidos pelos pigmentos de óxidos metálicos. Os óxidos de ferro, manganês e crómio, o carvão preto e o azul ultramarino têm sido usados com sucesso como corantes para argamassas. Deve-se evitar o uso de cores orgânicas e, particularmente, as cores que contenham azul da Prússia, litopone de cádmio, e cromatos de zinco e de chumbo. Os pigmentos para tintas podem não ser apropriados para as argamassas. A maioria dos pigmentos que são conformes ao *ASTM C 979 Specifications for Pigments for Integrally Colored Concrete* são apropriados para as argamassas.

Deve-se usar a quantidade mínima possível de pigmentos que produzam os resultados desejados; um excesso pode afectar seriamente a resistência e a durabilidade. A quantidade máxima admissível da maioria dos pigmentos de óxidos metálicos é de 10% do conteúdo em cimento, expresso em peso. Apesar de o carvão preto ser um agente corante muito eficiente, ele irá reduzir grandemente a resistência se for usado em grandes proporções. Portanto, deve-se limitar o carvão preto a 2% do peso de cimento.

Para melhores resultados, deve-se usar cimento com agentes corantes pré misturados em grandes quantidades, bem controladas. A mistura prévia de grandes quantidades irá assegurar uma cor mais uniforme do que a que se consegue obter pela amassadura de pequenas porções em obra. Uma sequência de mistura consistente é essencial para a consistência da cor, quando se amassam pequenas porções em obra. Além disso, deve-se usar a mesma origem dos materiais da argamassa durante toda a obra.

A uniformidade da cor varia com a quantidade da água de amassadura, com o teor de humidade do tijolo no momento do assentamento, e se a argamassa for retemperada. O tempo e o grau de manipulação, bem como as técnicas de limpeza também irão influenciar a cor final da argamassa. A permanência da cor depende da qualidade dos pigmentos, da exposição ao tempo, e das qualidades eflorescentes da argamassa.

USOS RECOMENDADOS PARA AS ARGAMASSAS

A selecção de um determinado tipo de argamassa é geralmente função das necessidades do elemento em alvenaria acabado. Onde são esperados ventos fortes, precisa-se uma forte resistência lateral e, portanto, a argamassa escolhida deve ter uma elevada resistência mecânica de ligação. Para paredes portadoras de carga e para alvenarias de tijolo reforçadas, uma alta resistência à compressão deve ser o factor determinante. Nalgumas obras as considerações de durabilidade, cor ou flexibilidade podem ser as principais preocupações. Factores que melhorem uma propriedade fazem-no frequentemente às custas de outras. Por esta razão, quando se selecciona uma argamassa, devem-se avaliar as propriedades de cada tipo e escolher a argamassa que melhor se adapte aos requisitos de finalidade – utilização. Nenhum tipo de argamassa é o ideal para todas as aplicações. Ver a *Nota Técnica 8B* sobre a selecção dos tipos de argamassa.

SUMÁRIO

Os requisitos das argamassas são diferentes dos requisitos para o betão, principalmente porque a função primordial das argamassas é a ligação das unidades de alvenaria entre si, para formar um elemento integral. As propriedades das argamassas quer em estado plástico, quer endurecidas, são muito importantes. As propriedades das argamassas em estado plástico determinam a facilidade de execução; as propriedades da argamassa endurecida determinam o desempenho dos elementos acabados. Nenhuma combinação dos componentes irá proporcionar uma argamassa que seja a melhor em todas as propriedades desejáveis. Os factores que melhorem uma propriedade podem fazê-lo às custas de outras. Quando se selecciona uma argamassa, devem-se avaliar todas as suas propriedades, e a seguir seleccionar a argamassa que proporcione o melhor compromisso para um determinado conjunto de requisitos.

A informação e as sugestões contidas nesta *Nota Técnica* são baseadas nos dados disponíveis e na experiência da equipa técnica do Brick Institute of America. A informação e as recomendações anteriormente apresentadas devem ser usadas em conjunto com bom senso técnico e compreensão básica das propriedades da alvenaria de tijolo. As decisões finais sobre o uso da informação contida nesta *Nota Técnica* não estão no âmbito de competências do Brick Institute of America, e devem ser tomadas pelo arquitecto projectista, pelo engenheiro ou pelo proprietário.

REFERÊNCIAS

1. ASTM C 270-92a Standard Specification for Mortar for Unit Masonry, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol. 04.05, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1995.
2. Matthys, J.H., "Brick Masonry Flexural Bond Strength Using Conventional Masonry Mortar", Proceedings of the Fifth Canadian Masonry Symposium, University of Vancouver, Vancouver, BC, 1992, pp. 745-756.
3. Melander, J.M. e Conway, J.T., "Compressive Strengths and Bond Strengths of Portland Cement – Lime Mortars", *Masonry, Design and Construction, Problems and Repair*, ASTM STP 1180, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1993, pp. 105-120.
4. Ribar, J.W. e Dubovoy, V.S., "Investigation of Masonry Bond and Surface Profile of Brick", *Masonry : Materials, Design, Construction and Maintenance*, ASTM STP 992, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1988, pp. 33-37.
5. Robinson, G.C. e Brown, R.H., "Inadequacy of Property Specifications in ASTM C 270", *Masonry : Materials, Design, Construction and Maintenance ASTM STP 992*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1988, pp 7-17.
6. Wood, S.L., "Flexural Bond Strength of Clay Brick Masonry", *The Masonry Society Journal*, Vol. 13 #2, The Masonry Society, Boulder, CO, Fevereiro 1995, pp. 45-55.
7. Wright, B.T., Wilkin, R.D. e John, G.W., "Variables Affecting the Strength of Masonry Mortars", *Masonry, Design and Construction, Problems and Repair*, ASTM STP 1180, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, 1993, pp. 197-210.