

Notas Técnicas para a Construção em Tijolo Brick Industry Association 11490 Commerce Park Drive, Reston, Virginia 20191 USA	8B
	Junho 2000

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

ARGAMASSAS PARA ALVENARIA DE TIJOLO

SELECÇÃO E GARANTIA DE QUALIDADE

Resumo : Esta *Nota Técnica* aborda a adequada selecção da argamassa para uma variedade de aplicações da alvenaria de tijolo. É dada orientação para a escolha da argamassa apropriada para cada aplicação específica. São apresentadas também prescrições da garantia de qualidade e requisitos para ensaios em obra.

Palavras chave : argamassa, amassadura, garantia de qualidade, selecção, tipos de argamassa.

INTRODUÇÃO

A selecção da argamassa para uma alvenaria de tijolo tem muitas consequências. A escolha da argamassa apropriada pode conduzir a um bom desempenho e a uma parede durável em alvenaria. Uma selecção inadequada pode provocar a paredes húmidas ou à degradação da argamassa. A selecção de uma argamassa é mais do que indicar um tipo de argamassa. Devem ser considerados todos os aspectos de uma obra incluindo o seu projecto, a selecção dos materiais e a mão-de-obra, no caminho para a escolha dos materiais específicos para a argamassa e do tipo desta.

Esta *Nota Técnica* fornecerá ao projectista boas razões para a selecção do tipo de argamassa apropriado e para os seus materiais. Discute também as formas de especificação para o programa de garantia da qualidade, por forma se obterem os resultados desejados. Outras *Notas Técnicas* desta série são dirigidas para as propriedades da argamassa (*Nota Técnica 8*) e para uma especificação normalizada para argamassas de cimento Portland + cal (*Nota Técnica 8A*).

SELECÇÃO DA ARGAMASSA

Conforme consta das anteriores publicações destas séries de *Notas Técnicas*, a argamassa é o agente de ligação que integra os tijolos na alvenaria. Deve ser durável, capaz de manter a alvenaria intacta, e deve contribuir para a resistência contra a penetração da humidade. A argamassa deve ter também algumas propriedades plásticas para que seja ao mesmo tempo económica e fácil de aplicar pelos pedreiros. Uma propriedade das argamassas que, por vezes, é enfatizada em excesso é a sua resistência à compressão. Maior resistência **não é** necessariamente melhor quando se especifica uma argamassa. Fazerem-se selecções baseadas apenas na resistência à compressão é ignorarem-se outras importantes propriedades tais como a durabilidade e a trabalhabilidade.

A selecção de uma argamassa para uma obra específica é um equilíbrio entre os requisitos da construção e do desempenho do elemento acabado, com as propriedades dos tipos e dos materiais para argamassas disponíveis. Por exemplo, zonas com vento forte podem exigir resistências laterais elevadas; portanto, é necessária uma argamassa que desenvolva uma elevada resistência mecânica de ligação. Assim, as resistências à tracção e à compressão requeridas pelo código construtivo podem indicar um determinado tipo ou material para a argamassa. Outras considerações podem especificar

durabilidade (abaixo do terreno ou em paredes de contenção), uniformidade cromática, flexibilidade, trabalhabilidade ou outras propriedades que se desejem. Em muitos casos, a escolha de uma argamassa que seja compatível com um determinado tijolo pode conduzir a um melhor desempenho. Por estas razões, a selecção da argamassa exige uma avaliação cuidadosa das propriedades de cada tipo de argamassa e a selecção de materiais para argamassa que melhor vão ao encontro dos requisitos de desempenho para cada obra.

As regras básicas para a selecção de uma argamassa são :

- *Nenhum único tipo de argamassa é o melhor para todos os fins.*
- *Nunca se deve usar uma argamassa mais resistente à compressão do que o que for estruturalmente exigido pelo projecto.*

Claro que estas regras básicas devem ser temperadas pelo bom senso. Por exemplo, pode ser antieconómico e desaconselhável alterar-se continuamente os tipos de argamassa para os diferentes elementos ou partes de uma estrutura. Semelhantemente, nem todos os tipos de argamassa servem para todas as zonas dos Estados Unidos e do Canadá. Portanto, deve-se seguir a ideia geral das regras, mas usando-se critérios de bom senso e de economia.

Características dos tipos de argamassa

As argamassas estão classificadas em quatro tipos : M, S, N e O. Estes quatro diferentes tipos de argamassa podem ser obtidos com uma grande variedade de materiais cimentícios, tais como o cimento para alvenaria, o cimento para argamassa, ou o cimento Portland + cal. Estas argamassas podem ser fornecidas como pré-doseadas, amassadas em obra ou como argamassas de vida extensa. Estas são apenas algumas das opções possíveis. Mesmo com estas alternativas, cada tipo de argamassa tem algumas características básicas :

Argamassa tipo N. Argamassa genérica para todos os usos com boa capacidade de ligação e boa trabalhabilidade.

Argamassa tipo S. Resistência mecânica de ligação elevada.

Argamassa tipo M. Resistência à compressão elevada, mas não muito trabalhável.

Argamassa tipo O. Argamassa de baixa resistência, usada principalmente em aplicações interiores.

Apesar destes tipos de argamassa apresentarem as suas características básicas, elas podem ser usadas numa grande variedade de aplicações. Novamente, nenhum tipo de argamassa é o melhor para todas as aplicações. A Tabela 1 fornece um guia básico para a selecção das argamassas. As argamassas amassadas conforme as *especificações de dosagem* do *ASTM C 270* são recomendadas para o Tipo indicado.

Factores influentes

O desempenho da argamassa, quer no seu estado plástico quer depois de endurecida, é muito influenciado pela escolha e pela quantidade dos materiais cimentícios na composição. O conteúdo em ar, a trabalhabilidade e a retenção de água são características importantes na argamassa plástica. As propriedades da argamassa endurecida, tais como a resistência mecânica de ligação e a resistência à penetração da água na alvenaria resultante, são também influenciadas pelos materiais das argamassas e pelas suas quantidades.

Geralmente, é a ligação entre o tijolo e a argamassa que é a propriedade mais importante. Na realidade a ligação tem duas componentes, extensão da ligação e resistência da ligação. A extensão da ligação refere-se à quantidade de contacto íntimo entre a pasta de argamassa e o tijolo. A resistência da ligação refere-se à força necessária para separar a argamassa do tijolo. Uma boa extensão da ligação é consequência de uma melhor trabalhabilidade e proporciona resistência à penetração da água. Uma boa resistência de ligação proporciona resistência à fendilhação e proporciona durabilidade à parede.

Não só é importante considerarem-se as propriedades da argamassa, como devem ser consideradas as propriedades das unidades que são usadas com essa argamassa. A taxa inicial de absorção (IRA) da unidade é tipicamente a propriedade que mais influência tem. Um tijolo com uma mais elevada IRA requer uma argamassa com maior capacidade para reter a água de amassadura; enquanto que uma IRA mais baixa deve levar ao uso de uma argamassa que não retenha tanta água. A textura da

superfície das faces da junta horizontal também influencia a ligação, mas podem não ser de tão grande influência com o IRA. Portanto, é a combinação das propriedades da argamassa com as do tijolo que vai ditar a selecção de uma argamassa de um certo tipo [1, 2].

Obviamente, o desempenho de qualquer combinação tijolo / argamassa irá ser influenciada pela perícia do pedreiro. A melhor combinação de materiais não atingirá o seu potencial de ligação se o pedreiro não pressionar o tijolo contra o meio-fio de argamassa fresca. Perturbar ou mover o tijolo após a sua colocação inicial irá danificar a ligação. Estes factores influenciam a resistência contra a penetração da água na parede. Aberturas na junta de argamassa e faltas de contacto entre o tijolo e a argamassa irão obviamente permitir a penetração da água.

Se uma determinada obra permitir algumas opções na escolha da argamassa e do tijolo, então a selecção pode ser refinada e a alvenaria resultante melhorada. A Tabela 2 fornece uma refinação do processo de selecção quando as propriedades do material tijolo forem conhecidas com antecedência. A argamassa deve ser amassada de acordo com as *especificações de dosagem* do *ASTM C 270* para o tipo indicado, usando-se os materiais cimentícios respectivos. Estes materiais e tipos são aplicáveis para a construção de alvenarias a temperaturas entre 40° a 90° F (4° a 32° C). Sob temperaturas mais frias ou mais quentes, podem ser preferíveis outras combinações tijolo / argamassa. Procurar na *Nota Técnica 1* mais informações sobre procedimentos sob temperaturas elevadas e baixas. Podem existir outras combinações que se comportem igualmente bem para cada tijolo. Podem ser conduzidos ensaios das combinações individuais de acordo com o *ASTM C 1357 Standard Test Methods for Evaluating Masonry Bond Strength*.

TABELA 1
Guia básico para a selecção de argamassas ¹

Localização	Elemento construtivo	Tipo de argamassa	
		Recomendado	Alternativo
Exterior, acima do terreno	Paredes reforçadas ou resistentes	S	N
	Paredes de máscara ou divisórias	N	S
	Platibandas, chaminés	N	S
Exterior, ao nível ou abaixo do terreno	Paredes de fundação, paredes de contenção, esgotos, caixas de visita, pavimentos	M	S
Interior	Paredes resistentes	N	S
	Divisórias	O	N

¹ a argamassa do Tipo N e o cimento para alvenaria não devem ser usados em sistemas resistentes a esforços laterais conforme as Categorias D, E ou F em Projecto Sísmico.

TABELA 2
Seleção da argamassa com base nas propriedades do tijolo ¹

Gama de variação da taxa inicial de absorção do tijolo	Argamassa de cimento Portland + cal	Argamassa de cimento para argamassa	Argamassa de cimento para alvenaria
Até 10 g/min/30 in. ² (0,5 kg/min/cm ²)	Tipo S (Tipo N)	Tipo S (Tipo N)	Tipo S (Tipo N)
De 10 a 30 g/min/30 in. ² (0,5 a 1,5 kg/min/cm ²)	Tipo N ou S	Tipo N ou S	Tipo N ou S
30 ou mais g/min/30 in. ² (1,5 kg/min/cm ²) seca no assentamento	Tipo N (Tipo S)	- ²	- ²
30 ou mais g/min/30 in. ² (1,5 kg/min/cm ²) molhada antes do assentamento	Tipo N (Tipo S)	Tipo N (Tipo S)	Tipo S (Tipo N)

¹ tipos alternativos indicados entre parêntesis

² não recomendado a menos que seja verificado por ensaio

Aplicações especiais de argamassas

Certas aplicações podem exigir uma argamassa especial. Algumas destas aplicações especiais são referidas abaixo :

Reposição de argamassa. A reposição de argamassas é frequentemente usada em obras de restauro. É importante que a argamassa seja compatível com a alvenaria existente, especialmente se esta for antiga. Pode ser necessário usar-se uma argamassa mais fraca em alvenarias antigas. As argamassas de reposição são geralmente pré-hidratadas. Neste processo, os materiais da argamassa são misturados a seco, sendo-lhes então adicionada apenas a água suficiente para se produzir uma mistura húmida trabalhável. Após 1 a 2 horas, é adicionada água adicional para trazer a argamassa à consistência adequada à sua colocação. Em alvenarias antigas é frequente usar-se uma argamassa do Tipo O. Em alvenarias mais recentes pode-se usar uma argamassa do Tipo N. Pesquisar na *Nota Técnica 7F* mais informações sobre a reposição.

Pavimentação. Já que as aplicações de pavimentação são mais provavelmente executadas em condições de saturação, a argamassa deve estar apta a resistir a esta dura condição. Como as argamassas são menos duráveis nestas aplicações, deve ser considerado um pavimento flexível em tijolo. Onde necessário, deve ser usada uma argamassa Tipo M onde estiver em contacto com o solo. Contudo, uma argamassa com um modificador de borracha conforme ao *ANSI A 118.4 Specification for Latex-Portland Cement Mortar* pode proporcionar uma ligação mais durável. Além disso, pode ser usada uma argamassa Tipo S como alternativa ao Tipo M. Consultar a *Nota Técnica 14A* para mais informações sobre materiais para pavimentos.

Argamassa resistente às manchas. Onde for pretendida resistência às manchas, deve ser adicionado triestearato de alumínio, estearato de cálcio ou estearato de amónio à argamassa. Onde for desejada a máxima resistência às manchas, tal como em aplicações interiores, deve-se usar uma argamassa consistindo em 1 parte de cimento Portland, 1/8 partes de cal e 2 partes de areia de granulometria fina (peneiro 80), sendo estas dosagens em volume. Ao anterior será adicionado triestearato de alumínio, estearato de cálcio ou estearato de amónio em quantidade igual a 2% do peso de cimento Portland.

Argamassa quimicamente resistente. A alvenaria quimicamente resistente é frequentemente usada em fábricas de processamento de alimentos, refinarias e cervejeiras. As argamassas quimicamente resistentes podem ser argamassas de silicatos, argamassas sulfurosas, argamassas de resinas ou argamassas cimentícias. Como se trata de um assunto especializado, devem ser consultadas referências apropriadas [4].

REQUISITOS DE AMASSADURA

Apesar dos avanços verificados nas argamassas pré-doseadas, a maioria das argamassas continua a ser amassada em obra. Isto pode resultar em esta amassadura ser feita por pessoal não qualificado, usando sistemas de medição que são inexactos por natureza, por ex. a pá. Sempre que as argamassas tiverem gamas de quantidades de materiais especificadas, são desejáveis quantidades de materiais repetidas e precisas.

A medição e o loteamento dos materiais devem ser feitos quer por volume quer por pesagem, de tal forma que as dosagens especificadas para a argamassa possam ser rigorosamente controladas e mantidas. Para a pesagem dos materiais e para as dosagens recomendadas, consultar a *ASTM C 270* ou a *Nota Técnica 8A*.

Os materiais cimentícios (cimento e cal) devem ser colocados na betoneira em sacos inteiros (de preferência) ou metades de sacos (no mínimo). Isto vai exigir que essa betoneira tenha a dimensão apropriada, conforme aos requisitos da obra e à dimensão da equipa de pedreiros. O principal problema ocorre com a adição da areia medida à pá, o que é um procedimento inexacto. O caso seguinte mostra um exemplo de controlo de loteamento e medição que são ambos quer económicos quer precisos. Uma caixa com um pé cúbico de capacidade é cheia com areia e depois despejada na betoneira. Isto permite um controlo rigoroso da quantidade de areia. Podem ser usados baldes de 5 galões para este fim. Um balde de 5 galões é igual a 2/3 de um pé cúbico, em volume (0,019 m³).

GARANTIA DE QUALIDADE

Um programa de garantia de qualidade fornece um delinear de políticas e de requisitos que pretendem assegurar que certos requisitos de projecto ou objectivos sejam atingidos. Os requisitos de garantia de qualidade devem ser enunciados pelo proprietário, pelo projectista ou pelo código construtivo governamental. O controlo de qualidade é uma parte do programa de garantia de qualidade que pode envolver ensaios, inspecções ou ambos. Ao Empreiteiro é frequentemente requerido que apresente documentação demonstrativa de conformidade com os documentos do contrato. O *MSJC Code* [3] assume que todas as alvenarias são construídas sob um programa de garantia de qualidade.

Nas argamassas, a conformidade com as dosagens de componentes especificadas é a chave da garantia de qualidade. As argamassas especificadas para serem conformes ao *ASTM C 270* resultam dos requisitos de dosagem de componentes para argamassas especificados quer por métodos de especificação de dosagens, quer por métodos de especificação de propriedades. As dosagens são fornecidas pelo *ASTM C 270* quando for usado o método de especificação de dosagens. Quando for usado o método de especificação de propriedades, as proporções dos componentes são especificadas por ensaios laboratoriais. A inspecção e observação da medição e da amassadura é então um componente essencial do programa de garantia de qualidade. Os ensaios podem ser incluídos como um segundo componente.

Inspeção

É frequentemente requerida a inspecção da alvenaria para se garantir que os documentos do contrato estão a ser seguidos. A inspecção da argamassa é normalmente feita pela verificação de que foram usados os materiais adequados e de que o foram nas devidas proporções. Vulgarmente não são necessários nenhuns ensaios.

Ensaios

Em muitas obras, não é necessário ensaiarem-se as argamassas em obra. Os ensaios laboratoriais serão necessários para se estabelecer uma dosagem de projecto, se for usado o método de especificação de propriedades. No entanto, tais ensaios não são para serem executados na obra. Se forem correctamente usados os materiais especificados, e se forem doseados e amassados de acordo com os procedimentos normalizados, então a argamassa deve atingir o desempenho pretendido. A

evidência empírica do desempenho de argamassas garante isto. Se não for possível inspeccionar-se a amassadura das argamassas, então pode ser adequado fazerem-se alguns ensaios físicos sobre a argamassa.

O *ASTM C 780 Standard Method for Preconstruction and Construction Evaluation of Mortars for Plain and Reinforced Unit Masonry* indica métodos para o ensaio de argamassas em obra. Define procedimentos para a medição das propriedades da argamassa plástica, tais como a sua consistência, o seu tempo de aplicação e o seu conteúdo em ar. Também indica procedimentos para a determinação do teor de agregados e do conteúdo em água das argamassas acabadas de amassar. Finalmente, define procedimentos para a medição das propriedades da argamassa endurecida, tais como a sua resistência à compressão, e a sua resistência à fractura por tracção. Estes ensaios servem para se determinar a concordância entre diferentes amassaduras de argamassa. No entanto, os resultados de ensaios de resistência à compressão feitos sobre amostras de argamassa retiradas em obra não devem ser comparados com os requisitos mínimos das especificações de propriedades da *ASTM C 270*. Os diferentes requisitos de amostragem e de amassadura do *ASTM C 780* irão proporcionar diferentes resultados relativamente aos obtidos de acordo com o *ASTM C 270*. O *ASTM C 270* destina-se a argamassas preparadas e ensaiadas em laboratório, enquanto que o *ASTM C 780* se destina principalmente à amostragem e ensaios em obra. Os resultados da resistência à compressão obtidos de acordo com o *ASTM C 780* serão geralmente mais baixos e dispersos do que os resultados de ensaios em laboratório conformes ao *ASTM C 270*. Portanto os resultados destes ensaios não devem ser comparados.

O ensaio sobre agregados para argamassas que se encontra no *ASTM C 780* é um ensaio fácil para se determinar se as proporções adequadas estão a ser usadas em obra. Uma amostra de argamassa acabada de recolher é colocada num frasco com álcool isopropil. A arei também é objecto de amostragem para se determinar a sua granulometria. Após a pesagem dos materiais, os finos são retiradas da argamassa por filtragem num peneiro. A quantidade remanescente é assumida como sendo a dosagem de areia e, portanto, pode ser determinada a proporção areia / cimento. Esta proporção pode ser comparada com a dosagem especificada.

Para outros ensaios poderem ser úteis deve existir uma base de comparação. É portanto necessário levarem-se a cabo ensaios anteriores à construção, usando-se os materiais que vão ser aplicados na obra real. Estes ensaios anteriores irão providenciar um conjunto de resultados de ensaios que podem ser usados como padrões para os resultados a realizar em obra. Podem ser usados outros ensaios do *ASTM C 780*, mas é necessário um conhecimento aprofundado desses ensaios para se evitarem resultados incorrectos.

Interpretação dos resultados dos ensaios

Se forem usados os ensaios em obra do *ASTM C 780*, os seus resultados podem ser adequadamente interpretados e comparados com os resultados dos ensaios anteriores à construção. Devem ser cuidadosamente respeitados os métodos para a obtenção da amostra de argamassa, para a execução dos provetes de ensaio, para o manuseamento dos provetes durante o seu transporte, para o armazenamento nas instalações do laboratório e nos procedimentos dos ensaios. Após se ter rigorosamente cumprido com as observações anteriores, se existirem diferenças substanciais entre os resultados dos testes devem ser respondidas algumas perguntas. Que são :

1. Alteraram-se os materiais ou as suas dosagens ?
2. Será que uma alteração nas propriedades do tijolo (tijolos diferentes ou tijolos molhados) resultou numa alteração da quantidade de água adicionada na argamassa ?
3. Foram todas as amostras recolhidas em simultâneo após a amassadura ?
4. Foram os provetes executados adequadamente ?
5. Existiram condições de cura anormais ?
6. Os provetes foram danificados durante o seu transporte ou a sua armazenagem ?
7. Os procedimentos de ensaio foram seguidos rigorosamente ?
8. Os cálculos foram efectuados correctamente ?

Como resultado destas perguntas, pode ser determinada a possível causa dos diferentes resultados de ensaio. Se restarem perguntas tais como sobre qual é a qualidade da argamassa, devem ser pedidos mais ensaios à alvenaria. Em certos casos, podem ser executados ensaios sobre provetes prismáticos de alvenaria, cortados da parede, para se determinar a capacidade estrutural dessa alvenaria.

CONCLUSÃO

A selecção das argamassas pode ser uma tarefa árdua já que existem tantas hipóteses de escolha. Contudo, se forem seguidas algumas linhas de orientação, conforme indicado nesta *Nota Técnica*, pode-se então conseguir um bom desempenho. Desde que se use um bom plano de garantia de qualidade pode-se ter bons resultados no cumprimento do desempenho especificado.

As informações e sugestões incluídas nesta Nota Técnica são baseadas nos dados disponíveis e na experiência da equipa de engenharia da Brick Industry Association. As informações atrás incluídas devem ser usadas em conjunto com bom senso técnico e com uma compreensão básica das propriedades da alvenaria de tijolo. As decisões finais na utilização da informação contida nesta Nota Técnica não estão dentro do âmbito da Brick Industry Association e devem ser tomadas pelo arquitecto projectista, pelo engenheiro ou pelo proprietário da obra.

REFERÊNCIAS

1. Borchelt, J.G., e Tann, J.A., "Bond Strength and Water Penetration of Low IRA Brick and Mortar" *Proceedings of the Seventh North American Masonry Conference*, The Masonry Society, Boulder, CO, 1996, Páginas 206 – 216.
2. Brochelt, J.G., Melander, J.M., e Nelson, R.L., "Bond Strength and Water Penetration of High IRA Brick and Mortar" *Proceedings of the Eighth North American Masonry Conference*, The Masonry Society, Boulder, CO, 1999.
3. *Building Code Requirements for Masonry Structures (ACI 530/ASCE 5/TMS 402) and Specifications for Masonry Structures (ACI 530.1/ASCE 6/TMS 602)*, The Masonry Society, 1999.
4. Sheppard, W.L., *Corrosion and Chemical Resistant Masonry Materials Handbook*, Noyes Publications, Park Ridge, NJ, 1986.