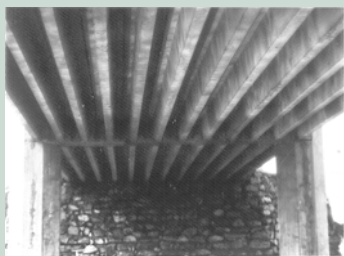


BOLETIM TÉCNICO

CONSTRUÇÕES DE ARGAMASSA ARMADA



BT-126



Associação
Brasileira de
Cimento Portland

- 1^a edição - 1985
2^a edição - 1987 (revista e atualizada)
3^a edição - 1996 (mudanças no aspecto gráfico)

F

691.53 Associação Brasileira de Cimento Portland
A849c Construções de argamassa armada. 3.ed.
3.ed. São Paulo, 1996.
12p. ilus. 21cm. (BT-126)

(Até 1995 o código desta publicação era EC-7)

Argamassa armada
Materiais de construção

Proibida a reprodução total ou parcial.
Todos os direitos reservados à
Associação Brasileira de Cimento Portland
Avenida Torres de Oliveira, 76 - Jaguaré
CEP 05347-902 São Paulo/SP
Fone: 55-11-3760-5300 - Fax: 55-11-3760-5320

Associação Brasileira de Cimento Portland

CONSTRUÇÕES DE ARGAMASSA ARMADA

São Paulo
setembro de 1996
(mudanças no aspecto gráfico)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	HISTÓRICO	1
3	PROCESSO DE PRODUÇÃO	2
4	VERSATILIDADE DO MATERIAL	3
4.1	Construções Artesanais	3
4.2	Construções Industriais	4
5	CAMPOS DE APLICAÇÕES	5
5.1	Aplicações no Meio Urbano	5
5.2	Aplicações no Meio Rural	6
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	6
	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	8

1 INTRODUÇÃO

A argamassa armada ou ferrocimento é um material que vem despertando crescente interesse no meio técnico, na medida em que sua concepção vai se tornando mais conhecida e suas vantagens se mostram cada vez mais evidentes.

Esse material é, na prática, um tipo particular de concreto armado, desprovido de agregado graúdo, cuja armadura é constituída por malha muito fina, de telas e fios de aço, e com o qual se moldam peças bastante delgadas.

2 HISTÓRICO

Existe na realidade uma certa diferença entre a argamassa armada e o ferrocimento.

O ferrocimento tem sua origem em 1856, quando *Joseph Louis Lambot* patenteou o *ferciment* na França.

Esse material desenvolvido por *LAMBOT* teria ascendência direta sobre a moderna argamassa armada, desenvolvida e adaptada às condições brasileiras e que nada mais é que uma argamassa de cimento e areia, armada com telas e fios de aço, utilizando, para isto, taxas mais reduzidas de materiais, comparativamente ao *ferciment*.

A pequena distinção entre esses materiais, para efeitos de simplificação da terminologia, é na maioria das vezes desconsiderada.

Embora com suas origens no século passado, foi somente a partir de 1943 que a argamassa armada teve seu grande avanço tecnológico, quando *Pier Luigi Nervi* passou a usá-la em suas arrojadas construções.

Utilizando-se da argamassa armada, *NERVI* construiu diversas embarcações, dentre elas, o veleiro *Nennele*, de 12,5 m de comprimento. Porém, seria no campo da construção civil que *NERVI* levaria o material a alcançar sua incontestável importância histórica. Como uma de suas mais grandiosas obras, realizou a cobertura do Palácio de Exposições de Turim, com 95 m de vão e área total de 10.500 m², com peças pré-moldadas em argamassa armada e espessura de 3,8 cm, unidas por nervuras de concreto armado *in loco*.

No Brasil, a argamassa armada foi empregada pela primeira vez na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, em 1960, na cobertura de 1.000 m² de diversos pavilhões.

A partir dessa experiência, o já formado Grupo de São Carlos, de estudo de argamassa armada, vem contribuindo com a realização de inúmeras outras obras.

Atualmente, como centros de pesquisa e desenvolvimento da argamassa armada existem, além do Grupo de São Carlos, o da Universidade Federal do Ceará — Projeto Ferrocimento — e do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED), na Bahia, e ainda alguns polos irradiadores da tecnologia em Abadiânia (GO), Rio de Janeiro (RJ), Brasília (DF) e Salvador (BA), onde atua a Companhia de Renovação Urbana (RENURB), empresa municipal que desenvolveu um pioneiro projeto de saneamento, baseado na aplicação da tecnologia da argamassa armada.

3 PROCESSO DE PRODUÇÃO

A idéia básica na concepção da argamassa armada é obter-se peças bastante delgadas e com menor massa, que através de seções adequadas ofereçam capacidade de carga suficiente à finalidade a que se destinam.

Desta forma, embora o consumo dos componentes, cimento e ferro, por metro cúbico de argamassa seja elevado, a peça de argamassa armada consome menos material por metro linear.

Este fato viabiliza a opção pela argamassa armada, que apresenta ainda outras vantagens adicionais, como, por exemplo, a simplificação das operações de transporte e de aplicação.

A moldagem das peças em argamassa armada pode ser feita com ou sem o uso de fôrmas. Quando se opta por uma construção artesanal, buscando-se uma diminuição dos custos de peças isoladas, as fôrmas podem ser dispensadas, sendo feita a argamassagem manual, simultaneamente dos dois lados da peça.

Utiliza-se como reforço da argamassa uma armadura difusa (telas), composta por fios de pequeno diâmetro, pouco espaçados e distribuídos uniformemente na argamassa. As telas mais comumente utilizadas são a tela hexagonal (de galinheiro ou de pinteiro), a tela entrelaçada de malha quadrada (de peneira), a tela soldada, a tela *deployé* e a tela construída manualmente.

Dependendo da aplicação da peça de argamassa armada, passam a ocorrer esforços solicitantes mais elevados, sendo, portanto, necessária a utilização de uma armadura suplementar discreta, composta por pequenas barras de ferro, que funcionam também como armadura de esqueleto.

A argamassa é confeccionada com cimento e areia, ou pó-de-pedra, na proporção em massa de 1:2. Procura-se utilizar a menor quantidade de água possível, de forma a se obter uma argamassa de consistência satisfatória. Esse valor se encontra normalmente próximo de 0,4 litros de água por quilo de cimento.

A cura ideal da argamassa armada se faz por imersão das peças em tanques d'água. Entretanto, quando este procedimento não é possível, procura-se conservar as peças molhadas, durante duas a três semanas, abrigadas do sol e do vento. Durante os dias em que se processa a cura, deve-se evitar o transporte das peças, bem como choques e batidas.

4 VERSATILIDADE DO MATERIAL

Devido ao seu ótimo comportamento estrutural e à sua facilidade de conformação e moldagem, a argamassa armada apresenta grande versatilidade na aplicação.

A prova dessa versatilidade de emprego do material está na aceitação do mesmo, tanto nos países subdesenvolvidos, onde predominam as aplicações em barcos, silos, reservatórios de pequena capacidade e artefatos de uso doméstico, com uso intensivo de mão-de-obra, como nos países desenvolvidos, onde a leveza e as amplas possibilidades de pré-moldagem de peças de argamassa armada constituem fortes atrativos para sua utilização na construção civil.

Na Índia, na China e nos países do Sudeste Asiático, existem exemplos típicos de emprego do material em silos agrícolas, reservatórios de água, campânulas para gás combustível produzido em biodigestores, fossas sépticas, habitações, coberturas e barcos para transporte e pesca. Como curiosidade, vale lembrar que a maior embarcação em argamassa armada (300 t) foi construída recentemente no Vietnã.

Na União Soviética existem cerca de dez milhões de metros quadrados de área coberta por estruturas de argamassa armada, atestando o grau de desenvolvimento da tecnologia do material naquela nação.

No Brasil, país com grande extensão territorial e de diferentes níveis de desenvolvimento, esse material torna-se especialmente indicado, quer na confecção de peças artesanais com processos rudimentares e uso intensivo de mão-de-obra, quer na construção industrializada, com produção mecanizada.

4.1 Construções Artesanais

O projeto Ferrocimento, implantado pela Universidade Federal do Ceará, tem conseguido, com o uso de tecnologia adequada à região, tirar proveito do notável potencial de criatividade e da propensão artesanal do povo nordestino.

Com o objetivo inicial de estudar a introdução da tecnologia da argamassa armada na Região Nordeste, adaptando-se aos materiais disponíveis, objetivando seu uso artesanal na produção de utilidades, tanto no litoral como no sertão, a atividade daquela entidade se consolida cada vez mais, através da realização dos Cursos de Ferrocimento para Operários e dos Cursos de Ferrocimento de Nível Superior.

As aplicações difundidas são as mais variadas possíveis: tanques para armazenamento de água, acéguas, telhas, obras de arte, cisternas, paredes, tubos e tubulões para canalizações, aquários, filtros, vestiários, banheiros, barcos de pequeno porte etc.

Seguindo igualmente esta linha de tecnologias simplificadas de construção, o CEPED, sediado na Bahia, tem-se voltado mais à habitação popular de baixa renda, desenvolvendo componentes adaptáveis aos sistemas construtivos alternativos. Um dos melhores exemplos do resultado desse trabalho é a utilização de telhas, pias, lavatórios e tanques, produzidos artesanalmente com argamassa armada, nas casas de solo-cimento construídas com estímulo e apoio do Banco Nacional da Habitação (BNH).

4.2 Construções Industriais

Nas regiões mais desenvolvidas do País tem-se optado pela construção industrializada de argamassa armada.

Em Florianópolis (SC), com a ajuda do Grupo de São Carlos, conseguiu-se industrializar telhas hexagonais, para a cobertura do Terminal Rodoviário, reduzindo-se em três vezes a massa das mesmas, comparativamente às de concreto armado, e viabilizando-se desta forma o projeto arquitetônico.

Na Bahia, através da RENURB, a argamassa armada tem sido aplicada na urbanização de favelas e no saneamento básico.

A argamassa armada surgiu como solução única para a atuação em locais onde ocorrem ruas estreitas, meândricas, assentes sobre uma topografia adversa, ou sobre terrenos de baixa capacidade de suporte, que dificultam e, às vezes, até impossibilitam a ação de equipamentos mecanizados para construção e conservação.

No Vale do Camarujipe, em Salvador (BA), para atender aos programas de urbanização e saneamento, de forma pioneira, foram construídos dispositivos básicos, modulados em peças pré-moldadas em argamassa armada, constituindo revestimento de canais, vias de pedestres — rampas e escadarias drenantes — e muros de arrimo.

Hoje, estes dispositivos já estão sendo implantados em larga escala e avaliados, ao longo de três anos, por observação de comportamento.

O processo industrial de fabricação, embora com controle de patente da RENURB, já está sendo difundido pela iniciativa privada, contando atualmente com várias unidades industriais em operação.

A usina para produção de peças pré-moldadas destinadas à construção de escolas, no Rio de Janeiro (RJ), é outro exemplo de industrialização da produção de componentes de argamassa armada. Esse modelo permitiu a divisão dos serviços em duas etapas distintas:

- confecção das peças em usina, com processo de industrialização aprimorado, a fim de se garantir um excelente acabamento às mesmas;
- montagem das peças no local da obra, com a utilização de mão-de-obra pouco especializada.

As escolas foram montadas nos municípios e regiões circunvizinhas à cidade do Rio de Janeiro e têm trazido interessantes implicações sociais. Além de vir de encontro ao esforço desenvolvido pelas municipalidades para incrementar a educação de base, as escolas são totalmente desmontáveis, podendo ser utilizadas para outros fins sociais de interesse da comunidade.

5 CAMPOS DE APLICAÇÕES

Com uma tecnologia simples e de fácil assimilação, a argamassa armada encontra hoje as mais diversas aplicações.

5.1 Aplicação no Meio Urbano

- a) reservatórios enterrados e similares (decantadores de estações de tratamento, digestores para o tratamento de esgoto, filtros para o tratamento de águas etc.);

- b) reservatórios ao nível do solo e elevados;
- c) passarelas para aplicação em travessias de pequeno vão;
- d) galerias e canais a céu aberto;
- e) mobiliário urbano (pontos de ônibus, bancos, sinalização urbana e rodoviária, tabelas e respectivos suportes para a prática de basquetebol, edificações transitórias desmontáveis como bancas de jornal e flores, pequenos bares e lojas etc.).

5.2 Aplicações no Meio Rural

- a) silos e reservatórios;
- b) fossas sépticas e biodigestores;
- c) mobiliário rural (cochos, estábulos, bebedouros, tanques de banho parasitológico, estufas, fornos, cercas, canais e canaletas de irrigação etc.);
- d) pontilhões;
- e) galpões.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da tecnologia da argamassa armada, nas municipalidades, apresenta-se como uma alternativa construtiva das mais promissoras, tendo em vista as qualidades e a versatilidade dos elementos construídos com este material.

No Estado de São Paulo, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e o Grupo de São Carlos vêm somando esforços para viabilizar a transferência da tecnologia aos interessados. Esse trabalho consiste na distribuição de literatura simplificada, na pesquisa intensiva de aplicação, na montagem de produções-piloto, na realização de experiências no campo e na difusão dos depoimentos sobre as experiências bem sucedidas realizadas por terceiros.



Revestimento de canais



Escadarias drenantes para pedestres



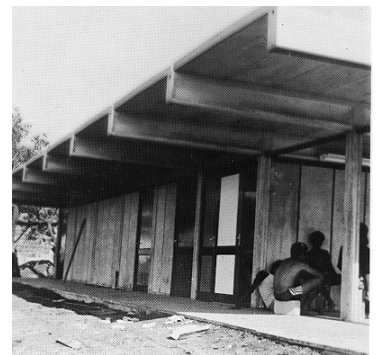
Pontilhões



Silos para cereais



Cobertura industrial



Escolas

Exemplos de Aplicação de Argamassa Armada

Bibliografia

- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Ferrocement; materials and applications*. Detroit, 1979. (SP-61).
- BEZERRA, Robério Ribeiro. *Argamassa armada: aplicação em urbanização de favelas e saneamento básico*. São Paulo, ABCP, 1984. (ET-64).
- GAMA, Arthur Oscar Saldanha da. *A tecnologia do ferro-cimento a serviço do Brasil*. Rio de Janeiro, Ferro-Cement do Brasil, s.d.
- HANAI, João Bento de. *Construções de argamassa armada; situação, perspectivas e pesquisas*. São Carlos, Escola de Engenharia, 1981.
- _____. *Reservatórios com parede ondulada*. São Carlos, EESC/USP, 1977.
- HUI-XIANG, L. *The development of ferrocement products for building construction in China*. In: INTERNATIONAL Symposium of Ferrocement, Bergamo, Jul. 22-24, 1981.
- KHAIDUKOV, G. K. *The principle of behaviour and experience of applications of armocement structures*. In: INTERNATIONAL Symposium of Ferrocement, Bergamo, Jul. 22-24, 1981.
- MACHADO JUNIOR, E. F. *Piscinas e reservatórios de argamassa armada*. São Carlos, EESC/USP, 1978.
- MARTINELLI, D. A. O. & MONTANARI, I. & SAVASSI, W. *Ensaio de modelos reduzidos de cobertura em casca para o Centro do Cacau, Itabuna, Bahia; relatório LE-EXT. 60/66*. São Carlos, EESC/USP, 1966.
- NAAMAN, A. E. *Design predictions of crack widths in ferrocement*. In: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). *Ferrocement; materials and applications*. Detroit, 1979. (SP-61).
- NERVI, Pier Luigi. *Ferro-cimento; its characteristics and potentialities*. London, Cement and Concrete Association, 1956.
- ORVAÑANOS, J. C. *Algunas aplicaciones del ferrocemento en México*. Revista IMCYC, México, D. F., 16(93): 50-2, jul/ago. 1978.
- PAUL, Bishwendu K. & PAMA, Ricardo P. *Ferrocement*. Bangkok, International Ferrocement Information Center, 1978.
- PETRONI, L. *Vigas de argamassa armada*. São Carlos, EESC/USP, 1974.
- SCHIEL, F. & MARTINELLI, D. A. O. *Argamassas armadas em elementos estruturais*. *Forum de Engenharia Técnica e Equipamentos*, 1(4): 21-9, jul. 1964.



Sede:

Av. Torres de Oliveira, 76 - Jaguaré - 05347-902-São Paulo/SP
Tel.: (11) 3760-5300 - Fax: (11) 3760-5320
DCC 0800-0555776 - www.abcp.org.br

Escritórios Regionais:

Pernambuco	- Tel: (81) 3092-7070 - Fax: (81) 3092-7074
Distrito Federal	- Tel./Fax: (61) 3327-8768 e 3328-7776
Minas Gerais	- Tel./Fax: (31) 3223-0721
Rio de Janeiro	- Tel: (21) 2531-1990 - Fax: (21) 2531-2729
São Paulo	- Tel: (11) 3760-5374 - Fax: (11) 3760-5320
Paraná	- Tel: (41) 3353-7426 - Fax: (41) 3353-4707

Representações Regionais:

Ceará:	- Tel./Fax: (85) 3261-2697
Bahia	- Tel./Fax: (71) 3354-6947
Santa Catarina	- Tel./Fax: (48) 3322-0470
Rio Grande do Sul	- Tel./Fax: (51) 3395-3444
Mato Grosso e Mato Grosso do Sul	- Tel./Fax: (67) 3327-2480
Espírito Santo	- Tel./Fax: (27) 3314-3601