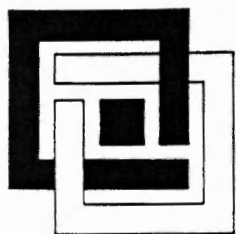
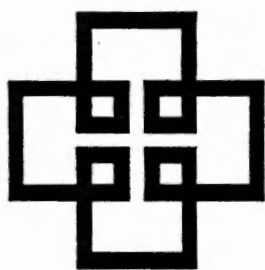
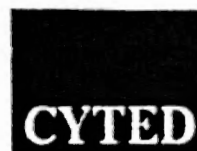


Anais do



**III SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO
SOBRE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS
INDUSTRIALIZADAS PARA
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**



**I FÓRUM
BRASILEIRO
DA CONSTRUÇÃO
INDUSTRIALIZADA-
HABITAÇÃO**

ABCI

18 a 22 de outubro de 1993

Instituto de Pesquisas Tecnológicas-IPT

São Paulo-SP - Brasil

Volume II



Instituto de Pesquisas Tecnológicas

UMA REVISÃO DA APLICAÇÃO DA ARGAMASSA ARMADA (FERROCIMENTO) EM HABITAÇÕES

João Bento de Hanai / Mounir Khalil El Debs

Introdução

Quaisquer possibilidades de inovação tecnológica constituem fortes atrativos tanto para pesquisadores como para industriais, que podem estar à busca de novos conhecimentos para a sociedade ou de novos produtos para o mercado.

No caso da habitação, sobretudo a habitação de interesse social, na maioria das vezes procura-se uma solução (mágica?) de produtos de baixo custo que possam vir a atender a uma demanda que é cada vez maior nos países sócio-economicamente desequilibrados.

Possivelmente, a população carente de habitação estaria aspirando nada mais que um abrigo tradicional, com o qual ela se identificasse culturalmente e atendesse também a suas necessidades de sobrevivência no seu ambiente de trabalho. Entretanto, dado o problema da baixa renda dessa população, o acesso à solução tradicional se aproxima do impossível, e as chamadas alternativas de baixo custo mostram-se também cada vez mais difíceis de serem alcançadas.

No campo da pesquisa e do desenvolvimento da argamassa armada, como nas outras áreas, podem ser identificadas atividades em que se procura melhorar a qualidade e diminuir o custo da habitação (não necessariamente aquelas da faixa de baixa renda) pela introdução de inovações tecnológicas. Na maioria dos casos, entretanto, o objetivo é a redução drástica do custo, utilizando-se de todos os meios possíveis, desde o rebaixamento da qualidade até a exploração da autoconstrução. Soluções paliativas, como estas últimas, devem ser interpretadas como de emergência social, que visam a proteção do ser humano marginalizado por algumas décadas a mais, talvez à espera de alguma transição histórica.

Neste contexto, o que tem sido feito com argamassa armada (ou *ferrocement*, entendendo-se essas designações como equivalentes)? Quais as perspectivas deste material na construção habitacional de interesse social?

O emprego de elementos de pequena espessura, feitos com matriz à base de cimento, tem sido objeto de pesquisas na área de construção, por meio de duas linhas de trabalho paralelas, que às vezes se interligam: a da argamassa armada (*ferrocement*) e a do concreto armado com fibras.

Tendo em vista a aplicação de elementos pré-moldados de concreto delgados (de espessura usualmente entre 15mm e 40mm), a FIP - *Fédération Internationale de la Précontrainte*, através da Comissão de Pré-Fabricação elaborou um estado-da-arte indicando os tipos de materiais empregados e suas principais características [FIP, 1984]. Os materiais considerados foram o *ferrocement* e os cimentos e concretos armados com fibras (fibras de vidro, de aço, de polipropileno, de carbono, de amianto e de vegetais). A aplicação de elementos de pequena espessura está em geral relacionada com a redução do consumo de materiais e com a redução do peso dos elementos pré-moldados. Entretanto, há processos de execução de elementos ou construções de pequena espessura em que se possibilita eliminar ou diminuir a necessidade de fôrmas, seja em elementos pré-moldados ou em construções moldadas no local.

A redução do consumo de materiais e do peso dos elementos pré-moldados não implica, por si só, na redução do custo da obra, mas ela abre outras perspectivas na organização do processo produtivo. Por exemplo, elementos pré-moldados leves podem ser produzidos em instalações mais simples, menos mecanizadas e mais baratas, evitando-se grandes investimentos de capital. Na construção habitacional, o baixo peso próprio de elementos pré-moldados pode viabilizar a montagem manual ou a montagem com auxílio de equipamentos leves.

Experiências na construção de habitações

Os resultados de uma pesquisa bibliográfica sobre *ferrocement* [Hanai, 1993] realizada nas bases de dados Dialog-Compendex (USA), NTIS-National Technical Information Services (USA), Melvyl Catalog System- University of California-Berkeley (USA), EESC-São Carlos (Brasil), e outras fontes, mostram os esforços que tem sido dirigidos à construção de habitações.

Foram examinadas 314 referências (livros, artigos, teses, dissertações, relatórios técnicos, etc.). Vários assuntos foram tratados nessas referências, como propriedades dos materiais, desempenho estrutural, ensaio de componentes, descrição de aplicações, etc.

Cento e trinta e seis (136) referências tiveram o desenvolvimento de aplicações como tema principal, sendo que as cinco principais aplicações foram:

- a) Habitação: 36 referências.
- b) Barcos e estruturas flutuantes: 23 referências.
- c) Recuperação e reforço de estruturas: 22 referências.
- d) Componentes de edifícios: 18 referências.
- e) Reservatórios de água: 14 referências.

Portanto, habitação foi dentre as aplicações o principal tema. Além disso, considerando-se que o item 4 - Componentes de Edifícios, assim como outros assuntos como ensaio de materiais e estruturas muitas vezes têm relação com a construção de habitações, pode-se dizer que na área de argamassa armada/ferrocement, a questão da moradia tem sido considerada importante e uma das principais aplicações desta tecnologia.

As principais aplicações ou estudos sobre a argamassa armada em habitações são sumariamente descritas a seguir, no sentido de proporcionar ao leitor uma idéia geral da experiência existente. Para uma análise mais detalhada, deve-se recorrer à bibliografia citada e a outras fontes, como as publicações do IFIC (*International Ferrocement Information Center*) Bangkok e anais dos 4 simpósios internacionais até agora realizados.

Sistema Stucanet [Austriaco et alii, 1983]

Desenvolvido na Bélgica, para construções de um pavimento, consiste no emprego de telas de aço soldadas galvanizadas, cujos fios estão entremeados com uma folha de papelão perfurado. Este componente de construção (papelão + tela) é preso a estruturas portantes de aço ou madeira, e recebe uma camada de argamassa projetada de espessura da ordem de 30mm, constituindo assim uma das faces de uma parede, por exemplo. Sistema semelhante é aplicado no Brasil, com o nome de *Sistema Q-Lap*.

Sistema W-Panel [Austriaco et alii, 1983]

Desenvolvido nos EUA, para construções de um ou mais pavimentos, baseia-se no emprego de "pré-painéis", isto é, de conjuntos constituídos por um "sanduíche" de duas telas soldadas com núcleo de poliuretano expandido, sendo que as duas telas são ligadas entre si por fios soldados (às vezes

esse conjunto de telas é chamado de "tela tridimensional"). Esses "pré-painéis" são montados no local e recebem uma camada de argamassa projetada em ambas as faces.

Sistema Monolite

Desenvolvido na Itália no início da década de 1980, para construções de um ou mais pavimentos, tem o mesmo princípio do Sistema W-Panel, com a diferença de que o núcleo é de poliestireno expandido e a abertura das malhas é maior. Em compensação, utiliza-se argamassa projetada com fibras de polipropileno.

Sistema Castone [Gokhale, 1983]

Desenvolvido na Índia, para utilização em construções de um ou mais pavimentos, consiste no emprego de painéis pré-moldados com nervuras no contorno. Os painéis são unidos entre si por meio de parafusos e porcas. Este sistema foi utilizado em aproximadamente 6.000 unidades na Índia.

México [Naaman & Hammoud, 1992]

Numa experiência realizada em 1970 no México e relatada por J. Castro, foram empregados painéis pré-moldados unidos por meio de porcas e parafusos, em cerca de 350 habitações para população de baixa renda.

Sistemas ELSA/CEE/ELWO/Mixed [Sandowicz, 1985]

Sistemas desenvolvidos na Polônia, no *Ferrocement Research Laboratory* da Universidade Técnica de Varsóvia, com base em elementos pré-moldados em forma de canal (seção U). Foram desenvolvidos quatro sistemas, sendo que o primeiro combina elementos pré-moldados de argamassa armada com concreto moldado no local. No segundo são utilizados apenas elementos pré-moldados unidos com parafusos e conectores metálicos nos cantos. O terceiro é similar ao anterior, porém com sarrafos de madeira entre os elementos. O último corresponde a uma combinação dos três anteriores.

Cuba [Wainshtok Rivas, 1988]

Sistema desenvolvido em Cuba, com base em painéis pré-moldados armados com telas de aço tecidas. Segundo relato de Wainshtok Rivas, existe uma quantidade relativamente grande de unidades de um e dois pavimentos construídas.

Universidade de Michigan [Naaman & Hammoud, 1992]

Sistema construtivo em fase de desenvolvimento, na Universidade de Michigan (EUA), consiste no emprego de elementos pré-moldados com nervuras

no contorno, ligados entre si por meio de parafusos e porcas, para execução de paredes.

Instituto Politécnico de Turim [Mattone, 1992]

Estudos realizados no Instituto Politécnico de Turim, Itália, com base no emprego de elementos pré-moldados de vigas e pilares.

Sistema Metodo Engenharia [Machado Jr., 1991]

Sistema aplicado por volta de 1978, consistiu no emprego de elementos pré-moldados de grandes dimensões, com 50 mm de espessura, ligados entre si por juntas de chapas metálicas.

Protótipos EESC/CDH [Machado Jr., 1991]

Em experiência conduzida pelos Prof.s Lafael Petroni e Osny P. Ferreira, da Escola de Engenharia de São Carlos, foram executados dois protótipos de habitação, em 1986, com o apoio da CDH - Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo. Foram construídas uma unidade térrea e uma unidade com dois pavimentos, com base elementos pré-moldados armados com telas soldadas, com nervuras em três lados.

Protótipos ABCP [Hanai, 1992]

Em duas oportunidades distintas, a ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland desenvolveu protótipos de habitação. O primeiro foi construído em 1986 no canteiro experimental da COHAB-SP, com base em elementos pré-moldados semelhantes aos então produzidos pela Fábrica de Escolas do Rio de Janeiro. O segundo protótipo foi construído no parque de exposições da ABCP, utilizando vigas, pilares e painéis pré-moldados, segundo uma concepção de sistema aberto a outros componentes disponíveis no mercado.

Protótipo EESC/Machado Jr. [Machado Jr., 1991]

Em pesquisa desenvolvida por Eloy F. Machado Jr. na Escola de Engenharia de São Carlos, foi executado um protótipo com painéis tipo "sanduíche", produzido com duas lâminas finas pré-moldadas de argamassa armada, ligadas entre si por poliuretano expandido. Nas ligações entre painéis foram utilizados perfis também pré-moldados de argamassa armada.

Componentes de cobertura/O.P. Ferreira [Ferreira, O.P., 1992]

Em pesquisa desenvolvida na EESC e na Escola Politécnica da USP, Ferreira desenvolveu um componente de cobertura para habitações, para vãos de até 6m, com argamassas comuns e especiais, impregnadas com polímeros.

Como já se afirmou, há outros trabalhos que estão relacionados com o desenvolvimento de soluções para habitação, mas que não foram citados aqui por terem um enfoque mais específico sobre o material ou o comportamento estrutural.

Embora não tenha se dirigido diretamente à construção de habitações, o trabalho do arquiteto João Filgueiras Lima [Hanai, 1992] constitui uma referência importante para o projeto e a produção de sistemas construtivos pré-fabricados de argamassa armada. O conhecimento e a experiência desenvolvidas junto às fábricas de pré-moldados de argamassa armada dirigidas por Lima em diversas oportunidades e locais devem ser consideradas em qualquer trabalho com argamassa armada.

Da mesma forma, trabalhos desenvolvidos no CEDEQ-EMURB [Hanai, 1992] [Bentes & Vasconcellos, 1993] devem ser observados sobretudo nas variações introduzidas em processos de produção anteriores.

Todo o esforço que tem sido realizado no desenvolvimento da tecnologia da argamassa armada ainda não redundou na sua consolidação definitiva no mercado da Construção Civil.

De todas as variáveis que interferem num processo de desenvolvimento e transferência de tecnologia, destacam-se duas que são consideradas cruciais numa análise global: durabilidade e custo das construções de argamassa armada.

A falta de dados sobre a durabilidade das construções de argamassa armada é um fator que impede o seu pleno desenvolvimento. Apesar da argamassa usualmente empregada ter relação água/cimento relativamente baixa, tendo portanto boa resistência e baixa permeabilidade, por causa da pequena espessura do cobrimento que tem sido especificada (entre 3mm e 8mm), persistem dúvidas sobre a real proteção que se pode alcançar contra a corrosão das armaduras.

O custo das telas de aço empregadas na argamassa armada é elevado, e além disso o seu emprego normalmente exige muita mão-de-obra, num trabalho que às vezes se parece com artesanato de montagem de arranjos intrincados de armadura. Em fábricas de pré-moldados a baixa produtividade aumenta o custo total e os componentes de argamassa armada passam a perder competitividade em boa parte do seu mercado potencial.

Isto significa que problemas técnicos e econômicos da tecnologia da argamassa armada não se restringem apenas à área de construção de habitações, mas exigem para sua superação uma revisão conceitual do material e das técnicas a ele associadas.

Redefinição da argamassa armada

Pode-se identificar na evolução histórica da argamassa armada três fases distintas, a partir de sua invenção em 1848, patenteada por Lambot na França em 1856 [Hanai, 1993].

De 1850 até a década de 1940, portanto durante cerca de 90 anos, a argamassa armada ou *ferrocement* permaneceu restrita a aplicações esparsas em barcos, algumas coberturas em casca e artefatos diversos à base de cimento.

Dos anos 1940 aos 1960, Pier Luigi Nervi redescobriu o material e o aplicou em obras antológicas da Engenharia e da Arquitetura, dando a ele uma dimensão jamais experimentada.

A partir dos anos 1960, o uso do *ferrocement* na Europa Ocidental entrou em declínio, em grande parte por causa da elevação do custo da mão-de-obra e do surgimento de novos materiais e novas técnicas que permitiam maior índice de mecanização. E foi por volta dos anos 60, contando também com o estímulo dado pelas realizações de Nervi, que o *ferrocement* passou a ser divulgado pelo mundo.

Nesta terceira fase, o *ferrocement* curiosamente encontrou receptividade por duas vias opostas. Por um lado, na ex-União Soviética, por exemplo, foi empregado como material para pré-fabricação em série, em fábricas especializadas em determinados tipos de componentes. Por outro lado, como em muitos países da Ásia, passou a ser utilizado na construção artesanal de barcos, pequenos tanques de água, silos agrícolas, etc.

A experiência brasileira se iniciou, como a maioria das outras, na terceira fase, já nascendo entretanto com uma característica diferenciada, talvez mais próxima da tendência soviética naqueles idos tempos.

Na atualidade, os pesquisadores da EESC-USP, assim como alguns pesquisadores estrangeiros, defendem uma redefinição dos materiais empregados em estruturas delgadas no contexto mundial, procurando os denominadores comuns entre os diversos membros da família dos concretos

estruturais: concreto armado e protendido, argamassa armada/ferrocement e concreto armado com fibras.

Na verdade, nesta redefinição dos materiais afins aos componentes e estruturas delgadas, procura-se valorizar menos a definição intrínseca de cada material, para valorizar mais, em função de cada tipo de aplicação, disponibilidade tecnológica e modo de produção, as diversas combinações de:

matrizes à base de cimento: pastas de cimento, caldas de cimento infiltradas, argamassas, "microconcretos" ou "concretos de granulometria fina";

sistemas de reforço: fibras contínuas (fios, barras, cordoalhas) ou descontínuas (fibras curtas), naturais ou artificiais (vidro, aço, polipropileno, carbono, vegetais, etc.), com geometrias diversas (retas, com dobras, telas planas, telas tridimensionais, etc.), ativas ou não (protendidas ou frouxas), etc.;

processo de produção: pré-fabricação, pré-moldagem, moldagem no local, uso de "pré-painéis", concreto projetado, mecanização intensiva ou não, uso intensivo de mão-de-obra ou não, controle de qualidade rigoroso ou não, etc.;

requisitos de desempenho: durabilidade, segurança estrutural, conforto ambiental, segurança ao fogo, etc.;

condições macro: limitações de ordem econômica, social, cultural, disponibilidade de insumos, disponibilidade tecnológica, etc.;

Esta redefinição significativamente liberta o material de restrições de origem histórica e com isso têm surgido soluções para os problemas de durabilidade e de custo, abrindo-se a perspectiva de uma nova fase.

Argamassa armada em habitações de interesse social

A argamassa armada — ou *ferrocement*, *microconcreto*, *concreto de granulometria fina*, com fibras descontínuas ou não —, entendida no seu sentido mais amplo, pode contribuir à construção de habitações de interesse social por diferentes maneiras.

Vários dos trabalhos citados já trouxeram valiosas informações e muitos deles provaram que, sob determinadas condições, a aplicação da argamassa armada em habitações é viável.

Possivelmente, uma revisão mais detalhada desses trabalhos e a realização de outros, à luz de um conceito ampliado e mais flexível de materiais adequados às construções de parede delgada, trará resultados ainda mais positivos.

Apenas para citar um exemplo concreto, uma redefinição dos materiais e do processo de produção efetuada sobre um tipo de painel de argamassa armada para construção de escolas, com uso de conjunto de fios contínuos de aço e fibras curtas de polipropileno, que passaram a ser produzidos em linhas de fôrmas metálicas fixas, resultou em elementos de desempenho satisfatório [LE-EESC, 1992], no ganho de produtividade e na redução de 40% sobre o custo anterior do componente [Bentes & Vasconcellos, 1993].

Redefinições deste tipo podem ser aplicadas à maioria dos sistemas anteriormente descritos, trazendo uma significativa redução de custos e aumento de produtividade. Além disso, em muitos casos pode-se aplicar a protensão, introduzindo melhorias no desempenho, na qualidade, nos custos e na produtividade.

A tecnologia da argamassa armada tem condições de introduzir muitos aspectos positivos, de imediato, como se comenta a seguir:

Pré-fabricação ou pré-moldagem: embora não seja imprescindível para a racionalização da construção, pode ser aplicada com argamassa armada com maior facilidade, dados os menores volumes e o menor peso dos componentes.

Menor investimento de capital: as instalações de produção de componentes podem ser menos mecanizadas, exigindo menor capital inicial. Recursos já existentes em pequenas e médias fábricas podem ser utilizados sem alterações radicais.

Uso de mão-de-obra não especializada: em muitas situações é possível empregar mão-de-obra não especializada. Entretanto, na produção em larga escala, é conveniente introduzir o treinamento de pessoal, o controle de qualidade rigoroso e o incentivo à maior produtividade.

Processos de produção: em qualquer processo de construção surgem dificuldades de habilitação profissional (o que se torna pior no caso de autoconstrução), que às vezes podem ser transferidas para elementos pré-moldados de argamassa armada, e deles para as fôrmas, equipamentos e processos de produção mais elaborados. Por exemplo, a pré-fabricação de painéis técnicos ou de unidades sanitárias e módulos de serviço completos,

com pré-moldados de argamassa armada, elimina uma série de inconvenientes na obra. Da mesma forma, a utilização de molduras pré-moldadas (janelas, portas) facilita a execução de paredes de alvenaria e a instalação de caixilhos.

Produtividade: o aspecto da produtividade não se restringe apenas à produção em fábricas e canteiros de obras de empresas comerciais. Mesmo em programas de ajuda mútua a sobre-jornada de trabalho e o esforço excessivo do futuro usuário devem ser diminuídos ao máximo. A argamassa armada pode ser empregada em sistemas mistos como um coadjuvante na racionalização da construção.

Painéis modulados pré-fabricados: observou-se uma grande incidência de estudos e aplicações de painéis modulados na pesquisa bibliográfica. Talvez esteja ocorrendo uma supervalorização do produto modulado, quando outras alternativas também se mostram interessantes.

Paredes pré-moldadas sob medida: ao contrário da aplicação de painéis modulados, podem ser pré-moldadas paredes de grandes dimensões (porém ainda relativamente leves), com o auxílio de mesas vibratórias basculantes, muito empregadas nos painéis de concreto arquitetônico.

Argamassa projetada: a argamassa pode ser projetada em "pré-painéis" por meio de projetoras simples e de custo relativamente baixo. Eventualmente, a argamassa pode ser aplicada manualmente.

"Pré-painéis": podem ser de poliestireno, poliuretano expandido, papelão, etc., mas alternativas podem ser desenvolvidas com casca de arroz, palha, agregados leves, outros resíduos, etc., que podem ser aglomerados com cimento, PVA, etc.

Resistência a sismos: as paredes armadas com telas têm se mostrado interessantes em regiões sujeitas a sismos. Há relatos de resultados positivos também no campo de recuperação de paredes de alvenaria recuperadas pela aplicação de camadas de argamassa armada.

Isolamento térmico e acústico: as paredes delgadas de argamassa armada não são favoráveis por si só ao conforto ambiental. Para se compensar essa perda, deve-se redobrar os cuidados no projeto dos ambientes (ventilação, insolação, etc.). Podem ser empregados entretanto os núcleos isolantes (paredes "sanduíche"). É possível que um sistema de "pré-paredes" pré-

moldadas de argamassa armada, posteriormente preenchidas com terra, venha a dar um bom resultado.

Protensão: a protensão não é mais um recurso sofisticado, que só pode ser empregado em grandes obras ou fábricas modernas. Pode ser utilizada tanto como um recurso de melhoria do desempenho estrutural como também da racionalização do processo de produção, aumento da produtividade e diminuição dos custos.

Texturização das superfícies de elementos pré-moldados: diversas técnicas podem ser empregadas, para obtenção de ótimo acabamento e melhor durabilidade. Em alguns casos, pode simplificar as fôrmas e facilitar o processo de produção. Pinturas também podem ser aplicadas, sendo em muitos casos recomendáveis para maior durabilidade.

Conclusões

Como se destacou no início desta comunicação, é difícil esconder a expectativa de uma solução definitivamente boa para a construção de habitações, sobretudo para as de interesse social, tão grande é a dimensão desse problema que aflige milhões de pessoas.

Mas a verdade é que tais soluções surgem — como aquelas únicas viáveis, ou como aquelas de emergência, ou aquelas definitivas — nos tempos e nas circunstâncias, por meio de caminhos políticos nem sempre diretos, e de combinações tecnológicas nem sempre otimizadas.

A tecnologia da argamassa armada, em particular, apresenta, como poucas outras, um potencial ainda inexplorado, uma afinidade muito grande com a pré-fabricação, e uma estreita relação com os problemas dos países pobres. Paradoxalmente, tem uma relação direta também com outros materiais de alto desempenho, muito pesquisados nos países de Primeiro Mundo, mas que também ainda não encontraram um espaço significativo no mercado da Construção Civil.

Referências bibliográficas

1. BENTES, R. & VASCONCELLOS, L.A.E. (1993). O reforço das fibras. *Techne*, n.3, Mar.-Abr. 1993, p.28-30.
2. FEDERATION INTERNATIONALE DE LA PRECONTRAINTTE (FIP) (1984). *Prefabricated thin-walled units: state-of-the-art report*. London: Thomas Telford, 1984.

3. FERREIRA, O.P. (1992). *Coberturas de argamassa armada para habitações de interesse social*. São Paulo, 1992. Tese de Doutorado, EPUSP.
4. GOKHALE, V.G. (1983). System built ferrocement housing. *Journal of Ferrocement*, V.13:1, p. 37-42.
5. HANAI, J.B. (1992). *Construções de argamassa armada: fundamentos tecnológicos para projeto e execução*. São Paulo: Pini, 1992.
6. HANAI, J.B. (1993). *Ferrocement technology: a comprehensive analysis of the bibliography from a personal point of view*. Berkeley, 1993. Research Report n.1, University of California at Berkeley, USA.
7. KAUSHIK, S.K.; TRIKHA, D.N.; KOTDAWALA, R.R.; SHARMA, P.C. Pre-fabricated ferrocement ribbed elements for low-cost housing. *Journal of Ferrocement*, V.14:4, Oct.1984, p.347-364.
8. LE-EESC - LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS DA ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS (1992). *Ensaio de argamassa armada com fibras de polipropileno*. São Carlos, 1992. Relatório Técnico.
9. MACHADO JR., E.F. (1991). *Casas populares pré-moldadas de argamassa armada: procura de uma solução econômica e confortável*. São Carlos, 1991. Tese de doutorado.
10. MATTONE, R. (1992). Ferrocement in low-cost housing: an application proposal. *Journal of Ferrocement*, V.22:2, p.181-187.
11. NAAMAN, A.E. & HAMMOUD, H. (1992). Ferrocement pre-fabricated housing: the next generation. *Journal of Ferrocement*, V.22:1, p.33-47.
12. NICHOLLS, R. (1991). Fabric reinforced mortar-faced, foam core sandwich panels. *Journal of Structural Engineering ASCE*, V.4:5, p.1356-1371.
13. ROBLES-AUSTRICACO, L. et alii (1983). Prefabricated ferro-cement housing worldwide. *Journal of Ferrocement*, V.13:1, p.43-60.
14. SANDOWICZ, M. (1985). Application of ferrocement channel elements for housing. In: *Second International Symposium on Ferrocement*, Bangkok, Jan.14-16, 1985, p.493-505.
15. SULAIMAN, M.; MAHER, A.; BROHI, P. (1985). Ferrocement hollow box roof slab. *Journal of Ferrocement* V.15:1, Jan 1985, p. 35-39.
16. WAINSHOTOK RIVAS, H. (1988). The use of ferrocement in Cuba. In: *Third International Symposium on Ferrocement*, Roorke, Dec.8-10, 1988, p.461-476.