

## ANÁLISE DA VIABILIDADE DO SISTEMA DE COBERTURA EM PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE MADEIRA: PRODUTIVIDADE E CUSTO. ESTUDO DE CASO DO ASSENTAMENTO RURAL SEPÉ- TIARAJÚ, SERRA AZUL - SP

**Ivan M. R. do Valle (1); Akemi Ino (2); Ioshiaqui Shimbo (3), Marcelo Gaetani (4)**

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: [vallefau@unb.br](mailto:vallefau@unb.br)

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: [inoakemi@sc.usp.br](mailto:inoakemi@sc.usp.br)

(3) Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de São Carlos, Brasil – e-mail: [shimbo@power.ufscar.br](mailto:shimbo@power.ufscar.br)

(4) Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Paulo – Universidade de São Paulo, Brasil – [m.albari@terra.com.br](mailto:m.albari@terra.com.br)

### RESUMO

Grande parte das moradias brasileiras utiliza na trama do sistema de cobertura de suas casas os componentes conhecidos como ripa, caibro e terça. Esses componentes geralmente são de madeiras com alto valor de mercado e provenientes de florestas nativas. A carpintaria desses telhados necessita de mão-de-obra qualificada e o processo construtivo é artesanal, não incorporando a pré-fabricação. O objetivo desse trabalho é analisar a produtividade e os custos de sistema de cobertura em painéis pré-fabricados com madeiras de plantios florestais aplicado em 10 habitações de interesse social do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, localizado no município de Serra Azul, estado de São Paulo. Foi adotada a pesquisa ação para coleta de informações do produto e do processo. O desenvolvimento e escolha da proposta elaborada utilizam o processo participativo de envolvimento das famílias em todo o processo. Os resultados obtidos permitem concluir que o produto tem custos atraentes e competitivos. A produtividade do processo de produção e montagem apresenta valores significativos, tem baixa incorporação de usinagem sofisticada, emprego de ferramentas simples e dispensa mão-de-obra qualificada. A relevância do trabalho está no fato de agregar valores não comuns às coberturas das habitações de interesse social como qualidade, desempenho e durabilidade, abrindo possibilidade para sua replicação em situações semelhantes e demonstrando que, com o processo participativo, pode ser uma alternativa viável para comunidades organizadas.

**Palavras chaves:** Sistema de cobertura. Pré-fabricação. Habitações de interesse social. Assentamento Rural.

### ABSTRACT

Great part of Brazilian houses uses, in the frame of the roof system, the well-known components as lath, rafter and beams. These components are generally of wood with a high market value and proceeding from native forests. In the carpentry of these roofs needs qualified labor and the constructive process is a handcraft work that not incorporates the pre-manufacturing. The objective of this paper is to analyze the productivity and the costs of roof system pre-manufactured panels with wood reforestation proposed for 10 social housings of the Rural Settlement Sepé-Tiarajú, located in the city of Serra Azul, state of São Paulo. The methodology adopted was the research-action for information collections of the product and the process. The development and choice of the proposal elaborated use the participatory process that's involves families in the whole process. The results obtained allow concluding that the product has attractive and competitive costs. The productivity of the process production and assembly presents significant values, has low incorporation of sophisticated improvement, use of simple tools and dismissal qualified labor. The relevance of this paper is in the fact to add not common values to roofs of social housings such as quality, performance and durability, opening possibility for its replication in similar situations and demonstrating that can be a viable alternative to organized communities in the participatory process.

**Keywords:** Roof System. Pre-manufacturing. Low cost houses. Social housings. Rural settlement.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Os sistemas de coberturas e o processo de produção de coberturas pré-fabricada no Brasil

Cobertura é por definição literária “aquito que cobre ou que serve para cobrir algo”. Na construção civil tem a função de “cobrir uma edificação ou espaço construído”. Segundo MOLITERNO (1981), cobertura é uma primeira parte do telhado e corresponde pelo revestimento que resiste diretamente às intempéries. A segunda parte, ainda segundo o mesmo autor, é a armação que “corresponde ao conjunto dos elementos estruturais que sustentam a cobertura”. SABATTINI (2003) e CARDOSO (2000) definem cobertura como um subsistema do edifício dividida em dois grupos: lajes de concreto e coberturas em telhado. A cobertura em telhados tem as seguintes partes constituintes: o telhamento, que corresponde ao tipo de revestimento; a trama, que são os componentes que sustentam o telhamento; a estrutura de apoio, correspondendo às grandes estruturas que suportam a trama e o telhamento e distribuem seu peso verticalmente para o restante do edifício; e os sistemas de captação das águas pluviais, que tem a função de drenar as águas da cobertura.

Apoiado nesse conjunto de definições, sistemas de coberturas podem ser definidos como variações ou tipos construtivos das suas partes constituintes – trama e estrutura de apoio. Como exemplo, podemos citar os sistemas de coberturas mais empregados na construção civil no Brasil. O sistema de cobertura mais empregado no Brasil, utiliza a tesoura na estrutura de apoio e a ripa, caibro e terça na trama, e é denominado de sistema convencional. Mantendo essa mesma trama, existe o sistema de cobertura pontaletado. Esse consiste numa estrutura de apoio de pontaletes contraventados e apoiados diretamente sobre a laje da cobertura. Um terceiro sistema de cobertura, pouco utilizado no Brasil, mas que começa a ser adotado em algumas construções no Sul do país é o sistema de “tesoura caibro”. Esse sistema teve origem no sistema construtivo do tipo *plataforma* (modelo tradicional americano de construção de casas de madeira) e consiste em tesouras (ou treliças) espaçadas à curta distância umas das outras de modo que a trama da cobertura é constituída apenas de ripas. SZUCS (2006) apresenta esse sistema de cobertura na casa modelo construído no campus da UFSC. Outros sistemas de cobertura, de menor expressão, são utilizados no Brasil, porém os citados acima são os mais conhecidos na literatura da construção civil para habitações.

A pré-fabricação de sistemas de cobertura é um tema pouco estudado e desenvolvido na construção civil brasileira. Principalmente na construção de moradias. Na busca pela racionalização e industrialização, a construção civil vem procurando incorporar os conceitos de qualidade, já utilizado por outros setores da indústria da transformação, tal como a “inovação tecnológica”, a fim de atingir melhores níveis de desempenho em seu processo produtivo. Uma das alternativas para a evolução tecnológica baseia-se nos métodos de pré-fabricação de painéis. Observa-se que no mercado da construção civil algumas empresas já utilizam painéis pré-fabricados, sendo estes predominantemente de concreto e utilizados como elementos de vedação (BARTH 2003).

Dado a dimensão do déficit habitacional brasileiro e às péssimas condições de moradias das populações que vivem nas periferias das (já não mais privilégio das grandes) cidades brasileiras, existe um vasto campo de pesquisa para investigação da fabricação e utilização de painéis pré-fabricados com madeira de plantios florestais para a habitação de interesse social.

O processo de produção pré-fabricada pode ser classificado em dois tipos: o fechado e o aberto. O sistema fechado consiste num processo de produção onde os componentes e o todo são elaborados numa cadeia fechada e restrita e transportados ao destino prontos para serem utilizados. O sistema aberto é mais simples e diversifica seus processos produtivos, produzindo várias partes do todo em locais diferentes, assim, o conjunto é transportado para o destino onde são montadas as partes. A simplicidade construtiva do processo aberto é essencial para garantir a qualidade, mesmo com mão-de-obra pouco qualificada, além de contribuir na redução de custos. Assim, o sistema construtivo deve proporcionar um máximo de produtividade no menor espaço de tempo, prevenindo o desgaste de material e minimizando os gastos com a manutenção. Essa simplicidade pode se estender para a diminuição das despesas com a montagem da infra-estrutura edificada, de equipamentos e de ferramentas.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho é analisar a produtividade e os custos do processo de produção e montagem do sistema de cobertura em painéis pré-fabricados com madeiras de plantios florestais aplicados em 10 habitações de interesse social do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, localizado no município de Serra Azul, estado de São Paulo.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Estratégia Geral de Pesquisa, Método de Coleta e Análise dos Dados**

A estratégia geral de pesquisa foi a pesquisa-ação participativa para o desenvolvimento do sistema de cobertura, escolha do modelo ideal de cobertura pelas famílias, construção e ensaio do protótipo, reforma do local de produção e a produção e montagem do sistema de cobertura no assentamento.

Para a pesquisa utilizou-se o estudo e análise de caso único do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, localizado em Serra Azul-SP, onde estão em processo de construção as 77 moradias para as famílias. Porém, esse trabalho focaliza na análise da produção do sistema de cobertura de 10 casas onde ocorreu o processo de pré-fabricação dos painéis.

Os dados foram coletados no acompanhamento das etapas de produção e repassados em forma de relatórios, registros de reuniões, falas dos participantes e das imagens e vídeos feitos no local. A análise dos dados é realizada com base nestes dados coletados, nas observações do pesquisador e entrevistas com alguns moradores que participaram do processo.

### **3.2 Caracterização do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú**

O Assentamento Rural Sepé-Tiarajú está localizado no município de Serra Azul-SP. Estão assentadas 80 famílias, organizadas em quatro núcleos: Núcleo Zumbi dos Palmares (21 famílias), Núcleo Chico Mendes (20 famílias), Núcleo Dandara (19 famílias) e Núcleo Paulo Freire (20 famílias). Os lotes de moradias possuem cerca de 3,6 ha para estabelecimento das casas e produção particular; cerca de 3 ha destinados para desenvolvimento de um espaço social (praça) e 60 ha para a produção coletiva de cada núcleo.

O assentamento foi contemplado pelo Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) do Governo Federal, que busca a aplicação de aspectos sustentáveis na habitação e a produção de alimentos com transição agroecológica. No dia 09 de fevereiro de 2007 foi assinado o TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) entre o Ministério Público, Promotores de Justiça do Meio Ambiente e de Conflitos Fundiários, o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) e os beneficiários-concessionários (assentados). O TAC é um instrumento que estabelece regras de proteção ambiental, de produção agroecológica, de educação socioambiental da comunidade dos assentados da reforma agrária, aumentando as possibilidades de implementação de tecnologias mais sustentáveis para habitação e infra-estruturas de saneamento ambiental (INCRA, 2006).

A condição atual das moradias pode ser classificada como muito precária reaproveitando e utilizando restos de materiais como: madeira, papelit, costaneiras, lonas, dentre outros, não oferecendo condições mínimas de conforto ambiental e segurança.

Estão em processo de construção 77 moradias por meio de financiamento subsidiado da CAIXA (Caixa Econômica Federal) e INCRA. As famílias se organizaram coletivamente para realizar a construção dessas habitações em forma de mutirão, dividindo-se em brigadas de trabalho, de acordo com o núcleo ao qual pertenciam e pelas afinidades interpessoais. Essas mesmas brigadas se organizaram para a produção do sistema de cobertura em painéis pré-fabricados. O Grupo Habis (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade) da EESC/USP presta assessoria técnica para a construção das moradias. De acordo com os documentos elaborados pelo Grupo Habis e CAIXA, foram alocados para a cobertura valores aproximados de R\$ 2.700,00 do total de R\$ 13.900,00, para cada casa, ou 19,4% do total, para cada uma.

### 3.3 Caracterização do projeto das 10 casas e seus representantes

O projeto de arquitetura das 77 casas para o Sepé-Tiarajú contempla 3 diferentes desenhos de planta baixa. Porém, as 10 casas estudadas utilizam 2 modelos de planta baixa que têm como revestimentos de paredes os blocos cerâmicos autoportantes e têm suas plantas de arquitetura variando entre 2 e 3 quartos, denominados no contexto do projeto como modelos 2QC e 3QC respectivamente, porém com a mesma configuração externa (figura 1), alterando apenas a disposição interna. Essa diferenciação das paredes internas não foi um problema para a cobertura e foi equacionado com um único desenho de painéis pré-fabricados para ambos (figura 2) e que será aplicado em 67 casas.



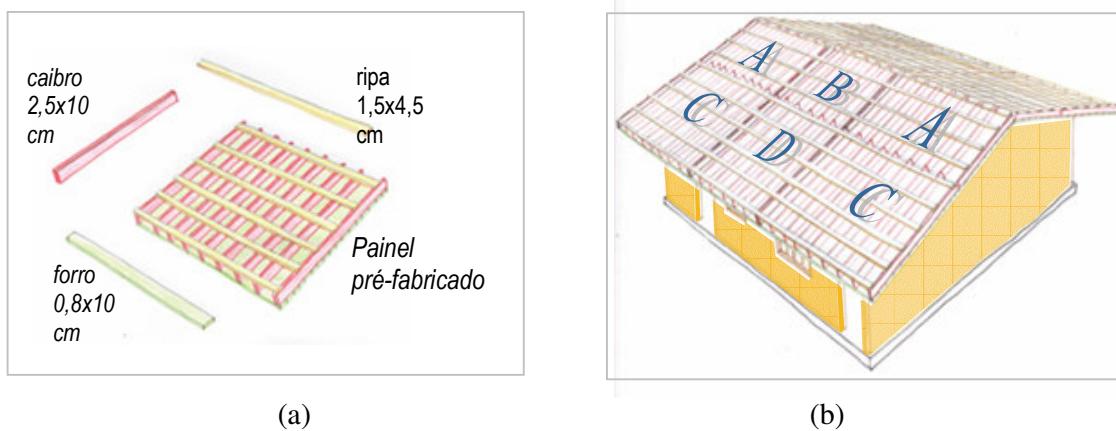
**Figura 1** – Modelos de casas com blocos cerâmicos autoportantes (a) 3QC e (b) 2QC, ambas com 60 m<sup>2</sup>

As 10 casas pesquisadas foram representadas por duas brigadas; a primeira composta por 6 representantes e a segunda com 4 representantes. Todos moradores do assentamento, homens e mulheres, jovens e idosos. Nenhum carpinteiro, apenas um deles com experiência de ajudante de marceneiro. Cada brigada teve um líder, que assumiu esse papel por ter maior experiência com obras.

### 3.4 Caracterização do sistema de cobertura em painéis pré-fabricados

Consiste numa proposta com a mesma hierarquia estrutural da trama do sistema de cobertura convencional, quais sejam, ripa, caibro e terça, (fig. 2 a) porém, com diferenças nas madeiras empregadas, nas medidas utilizadas, no produto (painel) e no processo construtivo e executivo – a pré-fabricação.

O primeiro componente do painel é a ripa de eucalipto. Optou-se por esse gênero, pois ele resultou uma opção mais barata e dispensou o tratamento químico devido à sua resistência natural aos insetos e pelo fato de estar afastado do risco de umidade excessiva. Considerando o volume de madeira da cobertura, representava uma opção mais econômica que o pinus.



**Figura 2** – (a) descrição e medida dos componentes do painel e (b) os 4 tipos de painéis pré-fabricados

O segundo componente do painel é o caibro. Optou-se pelo gênero de pinus por seu preço mais acessível, pela sua estabilidade dimensional, trabalhabilidade e usinabilidade. As serrarias da região produzem em grandes quantidades essas lâminas de pinus com espessura fixa de 2,5 cm e larguras que variam de 10 a 30 cm. O princípio que gerou os estudos do painel pré-fabricado foi não alterar a lógica de produção das serrarias, evitando agregar custos adicionais no atendimento dessa nova demanda. Os caibros representam o maior volume de madeira empregada na cobertura das casas e foram tratados em autoclave com CCA.

O forro é o terceiro componente do painel. É também de pinus do tipo paulistinha macho-e-fêmea tratado com banho fungicida. Os três componentes estão representados na figura 2 a.

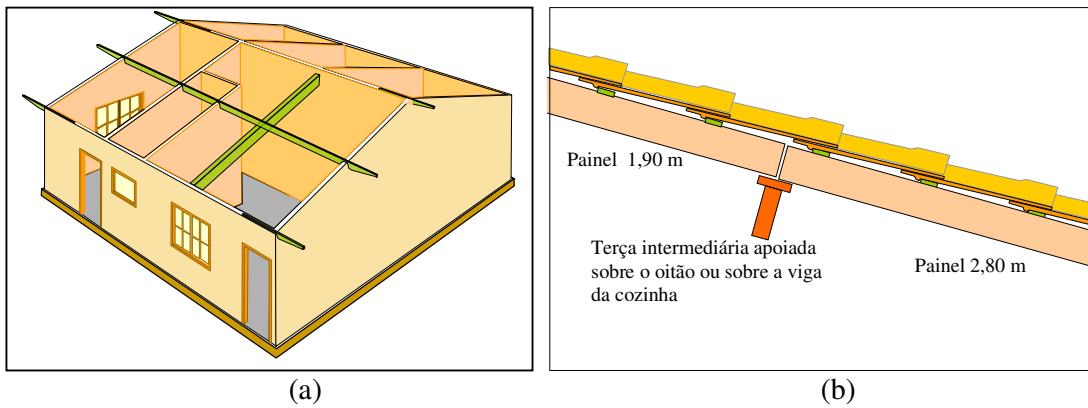
Esses três componentes definem o painel pré-fabricado e juntos apresentam as características necessárias para atender as funções às quais serão solicitadas do painel: resistência estrutural, facilidade de execução, trabalhabilidade, flexibilidade e leveza nos deslocamentos e durabilidade.

Na cobertura das casas com blocos cerâmicos, 2QC e 3QC, são 12 painéis pré-fabricados de 4 diferentes tipos: painéis A, B, C e D (figura 2 b). Os painéis se repetem nas duas águas, com as seguintes medidas e quantidades: **painel A**: 1,90 x 3,60 m (comprimento x largura) painel da borda superior. 4 peças/casa; **painel B**: 1,90 x 2,70 m (comprimento x largura) painel do centro superior. 2 peças/casa; **painel C**: 2,80 x 3,60 m (comprimento x largura) painel da borda inferior. 4 peças/casa; e **painel D**: 2,80 x 2,70 m (comprimento x largura) painel do centro inferior. 2 peças/casa.

### 3.5 Caracterização das interfaces para a montagem da cobertura

É a etapa de preparação das partes da alvenaria e da estrutura da cobertura que estarão em contato, quais sejam: o topo dos blocos estruturais das paredes com a viga da cozinha e as terças; essas duas suportam os painéis pré-fabricados e definem o plano inclinado. No preparo das interfaces do plano inclinado da cobertura com os blocos cerâmicos são utilizadas apenas madeiras de pinus autoclavado com CCA garantindo o apoio necessário para o assentamento dos painéis pré-fabricados.

São 3 as principais peças de madeira desse plano inclinado (figura 3 a): as terças de 5x15 cm vencendo um vão máximo de 2,70 m (figura 3 b), suportam o peso dos painéis e estão ancoradas nas paredes da casa; a viga da cozinha com seção de 7,5 x 25 cm e que vence um vão de 3,60 m e suporta o peso da terça intermediária; e por fim o berço de 2,5 x 10 cm que tem a função de criar superfície de apoio para o assentamento dos painéis e de distribuir as cargas desses sobre as paredes de alvenaria.



**Figura 3** – (a) interface do plano inclinado com alvenaria e (b) terça intermediária c/ painel de 1,90 e 2,80m

### 3.6 Condições necessárias para viabilizar a produção dos painéis

O Grupo de Pesquisa Habis, convidado pela Associação de Moradores do Sepé-Tiarajú – (AgroSepé) por sua experiência no Assentamento Rural Pirituba II, presta serviços de assessoria técnica às famílias para a construção das 77 casas. Enquanto assessoria técnica, o grupo viabilizou parcerias com instituições de ensino – universidades – para apoio no processo, como por exemplo: ensaios laboratoriais, cessão de espaço para protótipos, de pessoal e de infra-estrutura instalada.

A participação de alunos de graduação de duas instituições de ensino superior de São Carlos das áreas de engenharia civil e arquitetura teve papel importante durante todas as etapas do processo: do desenvolvimento da proposta à montagem das coberturas das casas.

A busca de parceria com fornecedores de materiais foi outra estratégia que viabilizou ensaios com protótipos de proposta construtiva para o projeto de construção das casas e a reforma do barracão da Escola, única edificação existente no assentamento e que atendia as condições mínimas para a produção dos painéis pré-fabricados. Porém, necessitando de uma boa reforma.

Além do desenvolvimento em si da técnica construtiva dos painéis pré-fabricados (cálculo estrutural, projetos arquitetônicos e estruturais e os detalhes executivos) foi desenvolvido o projeto e a construção da MPP (Mesa de Produção dos Painéis), (figura 4). Esse equipamento garante o correto posicionamento dos caibros, nos seus diversos comprimentos, para posterior fixação do forro. Ela permite a montagem dos diversos tipos de painéis pré-fabricados, possibilitando assim as reproduções seriadas, admitindo uma margem de tolerância aos pequenos erros de tamanho e esquadro.



**Figura 4** – Mesa de produção dos painéis (MPP) - momento da distribuição do forro sobre os caibros

## 4 ANALISE DE RESULTADOS

Serão analisadas as etapas do processo de produção dos painéis pré-fabricados e sua montagem nas 10 casas, considerando os custos com materiais e serviços e a produtividade das etapas.

### 4.1 Os custos

Serão verificados os gastos com materiais – madeira serrada de pinus e eucalipto, madeira do forro, pregos e telhas cerâmicas – e os serviços de transporte de madeira do fornecedor das madeiras serradas até o assentamento. Como se trata de construção com autogestão, os custos com mão-de-obra não foram incorporados, pois não aconteceram.

#### 4.1.1 Custo da madeira serrada

Foram empregados dois gêneros de madeiras para a produção dos painéis: o pinus e o eucalipto. O eucalipto foi utilizado apenas para as ripas e não recebeu tratamento contra cupins e fungos. Para os demais componentes de madeira da cobertura foi utilizado o gênero pinus tratado com CCA em autoclave com concentração de 4kg/m<sup>3</sup>; caibros, terças, viga da cozinha, berços, tabeiras e testeiras.

A madeira de pinus foi escolhida pelas seguintes características: macia, portanto fácil de trabalhar (pregada, serrada); de boa estabilidade dimensional (poucos defeitos pós-corte – menos que o eucalipto); grande durabilidade com o tratamento autoclavado e ainda assim mais barata que o eucalipto; possibilidade de construção de grandes superfícies e se manter leve ao esforço humano.

O emprego do eucalipto nas ripas, em detrimento do pinus, se deu pelo exposto a seguir: a seção mínima de ripa, caso se utilizasse o pinus seria 2,5 x 5,0 cm, enquanto que para o eucalipto, bastaria a seção 1,5 x 4,5 cm, ou seja, 46% a menos de volume de material. No volume geral, considerando o custo de R\$660/m<sup>3</sup> para o pinus e R\$680/m<sup>3</sup> para o eucalipto (preços orçados em outubro de 2007 na região de São Carlos – SP), essa quantidade significou uma economia de R\$ 9.713,89 no total das 77 casas ou R\$ 123,87 para cada casa 3QC e 2QC. A tabela 1 mostra de maneira resumida os gastos por gênero e total por casa.

**Tabela 1** – preços das madeiras serradas

| <b>Custo global por casa R\$/Casa – modelo 3QC e 2QC</b> |              |                  |              |
|--|--------------|------------------|--------------|
| Madeiras   | <i>Pinus</i> | <i>Eucalipto</i> | Total / casa |
| Valor  | R\$ 774,10   | R\$ 145,41       | R\$ 919,51   |
| Volumes m <sup>3</sup>                                   | 1,17         | 0,22             | 1,39         |

Nota: preços referentes ao valor pago em out. de 2007 na região de São Carlos - SP

#### 4.1.2 *Custo do forro*

O forro escolhido para a cobertura das casas foi o paulista tipo macho-e-fêmea. Apresenta condições satisfatórias para a sua utilização nos painéis pré-fabricados como: facilidade de trabalho, leveza (densidade ~ 450 kg/m<sup>3</sup>) e flexibilidade à deformações (quando dos deslocamentos do painel). Para as famílias, representou também uma economia de preço frente aos outros materiais além de aparência satisfatória e conforto interno à habitação, evitando a entrada de poeiras, ventos e insetos, protegendo as telhas dos deslocamentos devido aos fortes ventos.

Na tabela 2 são apresentados a superfície coberta com forro e os preços unitários para os dois modelos de casas bem como o gasto total para as 10 casas do assentamento Rural Sepé-Tiarajú.

**Tabela 2** – Preço do forro e superfície coberta por casa

| Descrição da peça                                 | <b>Modelo 3QC e 2QC</b> |              |
|---|-------------------------|--------------|
| Forro tipo macho/ fêmea de pinus - 10 x 0,8 cm    | 1 casa                  | 10 casas     |
| Área Coberta m <sup>2</sup> (incluso 10% perdas)  | 102,34                  | 1.023,40     |
| Custo (R\$6,50/m <sup>2</sup> , c/ frete incluso) | R\$ 665,21              | R\$ 6.652,10 |

Nota: preços referentes ao valor pago em out. de 2007 na região de São Carlos - SP

#### 4.1.3 *Custo dos pregos*

Os pregos foram escolhidos por representarem um eficiente meio de ligação, de baixo custo e de fácil manuseio, dispensando capacitações. A fim de garantir maior eficiência contra os esforço de arranque foi empregado prego de aço anelado para a fixação do forro nos caibros e das ripas nos caibros, todos em madeira de pinus – madeira macia. Essas duas operações encerram a fixação do painel e garantem a solidariedade necessária para que o painel atenda todas as demandas técnicas, quais sejam: resistência ao arranque (ventos e deformações naturais) e flexibilidade às deformações causadas pelos deslocamentos dos painéis durante o processo de produção, estocagem e transporte até as casas. O custo global com prego por casa foi de R\$ 44,99 (fonte:.comércio da região de Serra Azul – SP)

#### 4.1.4 *Custo das telhas*

A telha escolhida para o revestimento dos planos inclinados foi a do tipo “romana”. Tem um consumo de 16 pç/m<sup>2</sup> e, conforme verificado no ensaio com o protótipo da cobertura experimentado no campus da EESC/USP. Para as bordas laterais inclinadas foi utilizada a telha paulistinha e, para o encontro das duas águas, a telha de cumeeira.

O acabamento da cobertura é dado com o emboçamento das paulistinhas nas 4 bordas laterais do plano inclinado e da linha da cumeeira, nessa mesma ordem de assentamento. Para o emboçamento final é necessário antes assentar as tabeiras (prancha de madeira 2,5 x 15 cm fixados nas faces laterais dos painéis de borda) e das testeiras (prancha de madeira 2,5 x 15 cm fixados nas faces frontais dos painéis inferiores).

No projeto da cobertura das casas, a opção por duas águas apresenta uma prática situação que evita recortes das telhas, o que dispensa o emprego de uma ferramenta nem sempre acessível às famílias. O emprego dos 3 modelos de telhas garante a vedação do conjunto da cobertura e oferece à edificação

proteção contra as intempéries. A tabela 3 apresenta um resumo de preços e consumo de tipos de telhas cerâmicas por casa 3QC e 2 QC.

**Tabela 3 – Preços e consumo de telhas cerâmicas**

| <b>Descrição da peça</b>                         |                   | <b>Casa 3QC e 2QC</b> |              |
|--|-------------------|-----------------------|--------------|
| Revestimento Cerâmico (incluso 10% de perdas)    |                   | 1 casa                | 10 casas     |
| Telhas tipo “romana” 16 peças por m <sup>2</sup> | Custo R\$ 0,49/pç | R\$ 802,62            | R\$ 8.026,20 |
| Telhas de cumeeira 3 peças por metro linear      | Custo R\$ 0,51/pç | R\$ 16,83             | R\$ 168,30   |
| Telhas paulistinhas. 3 peças por metro linear    | Custo R\$ 0,45/pç | R\$ 27,90             | R\$ 279,00   |
| Custo global com telhas                          |                   | R\$ 847,35            | R\$ 8.473,50 |

Nota: preços referentes ao valor pago em out. de 2007 na região de Tambaú - SP

#### 4.1.5 Custo com frete

O transporte de toda a madeira serrada de pinus e eucalipto foi realizado pelo próprio fornecedor. Pelo tamanho da carga, mais de 110 m<sup>3</sup>, conforme tabela 1, foram necessárias 5 viagens de caminhão tipo “carreta” com carga de aproximadamente 25 toneladas. Para cada viagem era cobrado o valor de R\$780,00, conforme contrato assinado com os moradores do Assentamento (*fonte*: frete do fornecedor de Ibaté - SP até o assentamento Sepé-Tiarajú; aproximadamente 130 km. Valores de outubro de 2008).

Em resumo, o custo com o frete para a produção dos painéis de cobertura e demais componentes do plano inclinado foi de R\$ 3.900,00, considerando as 5 viagens realizadas e que não houve outras despesas de frete para os demais materiais adquiridos para a cobertura. Dividindo esse número pelas 77 casas do assentamento, chega-se a um valor de R\$ 50,65 por casa, independente do modelo de casa.

#### 4.2 A produtividade

Serão verificadas as informações coletadas nas duas brigadas durante as etapas da produção dos painéis pré-fabricados no Barracão da Escola e de montagem e acabamento dos mesmos painéis nas casas 2QC e 3QC.

Antes de apresentar os dados da produtividade é importante ressaltar algumas considerações relativas à produção dos painéis pré-fabricados. São 4 tipos diferentes de painel. Apesar de apresentarem as mesmas características construtivas, tem tamanhos distintos, o que por si só diferencia o tempo de produção entre eles. Os painéis apresentam os seguintes tamanhos, em ordem crescente: painel B = 5,13 m<sup>2</sup>; A = 6,84 m<sup>2</sup>; D = 7,56 m<sup>2</sup>; e C = 10,08 m<sup>2</sup>. Dado essa situação, a medição se deu por produção média do total da brigada. Torna-se irrelevante medir o tempo de produção de cada painel, senão que o tempo total despendido pela brigada para produzir todos os seus painéis.

A primeira brigada leva desvantagem em relação às posteriores por ser a pioneira e, portanto, aquela que descobre os primeiros problemas, os soluciona e repassa resolvido para as próximas brigadas. Se gasta mais tempo pelo ineditismo.

Foram retiradas as horas ausentes durante os dias de produção e feito uma média de horas trabalhadas ao longo do tempo de produção. Muitas variáveis interferem para os atrasos e faltas dos membros das brigadas, como por exemplo, chuva em excesso, dedicação à outras tarefas, doenças, viagens, etc.

A primeira brigada a trabalhar no Barracão da Escola era composta por 6 membros. A segunda por 4 membros. A primeira despendeu 9 dias úteis para produzir 72 painéis das suas 6 casas. Ou seja, uma média de 8 painéis/dia. A segunda, já capacitada pela primeira, gastou 5 dias úteis para produzir 48 painéis pré-fabricados de suas 4 casas, melhorando a média para 9,6 painéis/dia. Considerando informações da linha de produção das brigadas posteriores é fácil crer que esse valor alcançará facilmente a marca de 10 painéis/dia. Aplicando essa média, temos o valor de 1,2 dias para produzir os 12 painéis da casa 3QC e 2QC. Esse é o valor que usaremos na tabela resumo, abaixo.

Um outro dia foi gasto com o transporte/deslocamento dos painéis até as respectivas casas. Porém, esse dia não interferiu no ritmo de produção dos painéis no Barracão, dado que essa operação ocorre

em espaço isolado e independente da produção dos painéis, liberando espaço para outra brigada iniciar a sua própria produção.

Nas etapas de montagem dos painéis pré-fabricados nas casas, as famílias se organizaram de maneira bastante diversificada. Algumas vezes era a própria brigada que se organizava para a montagem dos painéis, outras vezes a família contratava um carpinteiro que havia se capacitado para a montagem dos painéis. De qualquer maneira, as etapas eram seguidas de acordo com as orientações da assessoria técnica repassada durante as capacitações coletivas para a cobertura das casas.

Quando as famílias ainda estavam organizadas em brigadas, elas concentravam todos os seus esforços em terminar uma casa por vez, passando então para a casa seguinte, até finalizar todas as casas da brigada. Essa é a informação que nos interessa para chegarmos a um valor de tempo por casa dessa etapa. Independente da maneira com as famílias se organizaram internamente foram gastos 2 dias inteiros de trabalho, na etapa de preparo das interfaces para as casas 3QC e 2QC.

Para a etapa seguinte - assentamento dos painéis e assentamentos das telhas cerâmicas até o emboçamento das telhas de cumeeira – foram gastos 1,5 dias.

A tabela 4 apresenta um resumo dos dados de produtividades das três etapas do processo de produção do sistema de cobertura das casas 2QC e 3QC do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú., Coletados a partir das 10 primeiras casas que foram cobertas no assentamento.

**Tabela 4 – Resumo da produtividade do processo de produção da cobertura das casas 2QC e 3QC**

| <b>Etapas</b>                                  | <b>Tempo gasto</b> |
|--|--------------------|
| Produção dos 12 painéis / casa                 | 1,2 dias           |
| Preparo das interfaces / casa                  | 2,0 dias           |
| Assentamentos das telhas e emboçamentos / casa | 1,5 dias           |
| <b>Total de dias por modelo de casa</b>        | <b>4,7 dias</b>    |

## 5 CONCLUSÕES

A simplicidade do processo de produção do sistema de cobertura de painéis pré-fabricados aplicado nas casas do Assentamento Rural Sepé Tiarajú – da mesa de produção de painéis (MPP), da infra-estrutura necessária (edifício, equipamentos e ferramentas), do meio de transporte para deslocamentos internos e da mão-de-obra sem qualificação especial – nos permite afirmar que a pré-fabricação de cobertura para habitações de interesse social, com recursos escassos, mão-de-obra sem qualificação e mantendo a qualidade do produto é viável.

Por fim, a tabela 5 apresenta em resumo o custo do sistema de cobertura, abaixo da meta estabelecida pelo Grupo Habis junto com CAIXA e alcançando o valor de R\$ 42,13 / m<sup>2</sup> de área construída.

**Tabela 5 – Resumo do custo da cobertura das casas 2QC e 3QC**

| <b>Materiais e serviços</b>        | <b>2QC e 3QC</b>    |
|------------------------------------|---------------------|
| Madeira serrada tratada            | R\$ 919,51          |
| Forro paulista                     | R\$ 665,21          |
| Pregos de aço liso e anelado       | R\$ 44,99           |
| Telhas cerâmicas                   | R\$ 847,35          |
| Transporte – frete madeira serrada | R\$ 50,65           |
| <b>Totais</b>                      | <b>R\$ 2.527,71</b> |

Nota: preços referentes aos valores pagos em out. de 2007 em São Carlos – SP e região

Tecnicamente é um sistema de cobertura com qualidade superior às coberturas realizadas para as habitações de interesse social. Pelo acabamento interno em forro garantindo estanqueidade (aos

ventos, ao calor, insetos e bichos maiores), conforto térmico e ambiental. Pelo uso dos materiais garantindo durabilidade (madeiras tratadas contra cupins e fungos)

## 6 REFERÊNCIAS

BARTH, F.; CARDOSO, A. P. **Desenvolvimento de sistemas construtivos em painéis pré-fabricados de blocos cerâmicos**: estudo desenvolvido pelos grupos GDA/LABSISCO da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003

CARDOSO, Francisco F. **Cobertura em Telhados** –Notas de Aula. Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, novembro de 2000. 31p

MOLITERNO, Antônio. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1981 (6<sup>a</sup> reimpressão - 2006). 461p.

SABBATINI, F. H. et alli. **Apostila de Aula**. Departamento de Engenharia da Construção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, novembro de 2003. 10p.

SZUCS, Carolina P. **Inovação Tecnológica na Construção Habitacional** - Sistema STELLA/UFSC: avaliação e desenvolvimento de sistema construtivo em madeira de reflorestamento voltado para programas de habitação social. P. 67 – 115. Editores Luís Carlos Bonin e Sérgio Roberto Leusin de Amorim. — Porto Alegre : ANTAC, 2006. — (Coleção Habitare, v. 6)

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa PICDT, famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiaraju, à Associação de Moradores do Assentamento Sepé-Tiarajú - AgroSepé, ao grupo de pesquisa HabiS, aos Laboratórios de Materiais de Construção e de Modelos e Maquetes, ambos do SAP/EESC e ao LaMEM do SET/EESC.