

PROPOSTA DE UM SISTEMA CONSTRUTIVO EM PINUS PARA HABITAÇÃO SOCIAL AUTOCONSTRUÍDA

Andrea Naguissa Yuba (1); Akemi Ino (2); Ioshiaqui Shimbo (3); Mauricio Pinto Arruda (4)

(1) Arq., Mestre em Eng. Civil, Doutoranda Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada – EESC/USP, Pesquisadora HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade, naguissa@sc.usp.br

(2) Profa. Departamento de Arquitetura e Urbanismo SAP EESC USP, Coordenadora HABIS, inoakemi@sc.usp.br

(3) Prof. Departamento de Engenharia Civil DECiv-UFSCar, Coordenador HABIS, shimbo@power.ufscar.br

(4) Arq, Mestre em Arquitetura, Colaborador HABIS, mauricio.arruda@uol.com.br

RESUMO

A utilização de madeira de plantios florestais como material para a produção de unidades habitacionais pode ser considerada como mais uma das alternativas para diminuir o déficit habitacional no Brasil, além de constituir fonte renovável de recursos.

O trabalho apresenta uma proposta de uma unidade habitacional com 50m² utilizando madeira de pinus spp. O sistema construtivo pré fabricado, com possibilidade de autoconstrução, compõe-se de sistema estrutural em pilar-viga (pórtico) com fechamentos em painéis de ossatura e lambris (espessura de 2,2cm), piso elevado e área molhada em alvenaria. O sistema proposto considerou as dimensões comerciais dos componentes encontrados normalmente no mercado.

Para a experimentação do sistema construtivo foi construído um protótipo no Parque Estadual de Mananciais, em Campos do Jordão - SP. As etapas gerais desenvolvidas foram: 1) Elaboração de projeto executivo; 2) Construção de protótipo e coleta de dados; 3) Proposta de um sistema construtivo para uma unidade habitacional com 50 m²; e 4) Elaboração do Manual de Construção.

Foram coletados dados de custo, tempo de execução e alternativas para solução de detalhes construtivos. Os dados obtidos permitiram a elaboração de um manual de construção para autoconstrutores, que pode contribuir para a transferência e divulgação de possibilidades construtivas utilizando madeira de *pinus spp*, originárias de plantios florestais.

Palavras-chave: madeira, desenvolvimento sustentável, sistema construtivo, habitação, pinus.

1 COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

São cada vez maiores as preocupações relativas ao meio ambiente e também os reflexos sobre a atividade de construção civil. As pressões pela busca de materiais mais adequados, que consumam menor quantidade de energia na produção, que sejam originários de fontes renováveis, recicláveis, são uma das ações mais visíveis.

Um dos materiais que têm sido considerados como alternativa ambientalmente mais correta é a madeira, originária de florestas manejadas ou de plantios florestais, por apresentar tais características, além da capacidade de absorção de gás carbônico da atmosfera, que pode se constituir como contribuição para redução dos níveis existentes atualmente.

O Brasil, assim como outros países de clima tropical, apresentam a alta produtividade das florestas como mais uma das características favoráveis. LIMA (1996) mostra que a produtividade média de florestas brasileiras de eucalipto é de 40 m³ por hectare por ano, dez vezes maior que os dados apresentados pela Escandinávia, Suécia ou Finlândia (4 a 5 m³ por hectare por ano, para coníferas, segundo RECH (1999), países tradicionais na utilização de madeira para construção civil.

Os plantios florestais no Brasil, estimados em 4.8 milhões de hectares, para 1999 (SBS, 2001) utilizam geralmente o pinus e ou eucalipto. As principais áreas de plantio estão distribuídas nas regiões sudeste e sul do país e a produção é voltada para o atendimento a diferentes segmentos do mercado, destacando-se o de celulose e papel, combustível e o de serrados, além do de chapas. O consumo de madeira em toras pelo segmento de serrados é calculado em 49 milhões de m³, dado de 1999, segundo SBS (2001).

A produção de habitação social é uma das formas de utilização consideradas para a madeira de plantios florestais (INO e SHIMBO, 1997), uma vez que se constitui em mais uma alternativa aos materiais tradicionalmente utilizados, além de viabilizar a geração de emprego e renda, pelo incentivo à cadeia produtiva.

Os estudos realizados sobre a utilização de madeira de plantios florestais exploram diferentes aspectos, desde a sua viabilidade como material de construção, no estudo de sistemas construtivos, analisando as formas de produção, como nos trabalhos de LIMA (1988), LIMA (1990), INO (1992) e CRUZEIRO (1998) e, mais recentemente, inserindo as múltiplas questões levantadas pela sustentabilidade (BARBOSA e INO, 2000; ARRUDA, 2000; YUBA, 2001).

Entretanto, tratando-se da produção de habitação social, as formas de participação dos órgãos governamentais também são discutidas. ARRUDA (2000), ao analisar a viabilidade de utilização da madeira de pinus em regime de mutirão, verifica a importância da análise do contexto para a melhor escolha dos processos de produção. Para tanto, o autor traça um histórico sobre as origens da autoconstrução, cuja definição, a partir da análise de outros autores, seria “um processo de produção espontâneo da habitação, em que o proprietário, de posse de um lote – obtido no mercado formal ou não – constrói a sua própria residência, sem direção ou controle público-institucional, nos horários de folga do trabalho remunerado – feriados e fins de semana – com recursos próprios, e utiliza como mão-de-obra o trabalho de seus familiares, parentes e amigos e também mão-de-obra contratada” (ARRUDA, 2000). É comentado também nesse trabalho que o mutirão, ou “autoconstrução coletiva” tem a capacidade que os processos tradicionais de produção não conseguem atingir, de atender à demanda das camadas mais pobres da população, além de cumprir o princípio da participação comunitária do conceito de sustentabilidade.

Com base no conceito de autoconstrução, a análise de um projeto de produção de habitação em madeira de pinus anteriormente desenvolvido no Município de Campos do Jordão, mesmo local do presente estudo, permitiu identificar uma das fragilidades dos empreendimentos centralizados nas administrações públicas (prefeituras, governos estaduais e federais). Tal projeto, realizado em parceria entre a Prefeitura Municipal de Campos do Jordão e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. que concluiu a produção de 90 casas em pinus spp, foi baseado na criação de uma unidade de pré-fabricação, a partir da qual os componentes eram transportados para o canteiro de obras. Apesar dos resultados obtidos e das características positivas, ressaltadas por ARRUDA (2000), como “a transferência de tecnologia e capacitação de técnicos, a geração de novos empregos, a mobilização das iniciativas cooperativistas e democráticas junto à população, as preocupações referentes aos custos finais das unidades, aspectos tecnológicos, sociais e estéticos, o combate às legislações restritas de urbanização (códigos de obra e leis de zoneamento)”, a produção de habitação social em madeira de pinus findou com a mudança entre governos. Observou-se que a criação e o funcionamento de tal programa, quando vinculada estritamente a órgãos da administração pública, torna-se suscetível à instabilidades na produção nas transições entre governos e mesmo durante o mesmo mandato, dados “os interesses políticos e profissionais dos responsáveis pelo gerenciamento das políticas de urbanização” (ARRUDA, 2000).

Diante das vantagens dos processos de produção alternativos e da análise da experiência do Projeto IPT, apresentado em LIMA (1988) e LIMA (1990), o Projeto Campos do Jordão foi criado com o desafio de propor um sistema construtivo viável para habitação social, a ser produzido por autoconstrução. Os obstáculos identificados nesse Projeto foram a falta de conhecimento por parte do usuário sobre as características físicas da madeira, a falta de domínio da tecnologia de construção, a falta de recursos (financeiros, equipamentos e ferramentas), a disponibilidade de tempo para construção da habitação.

O “Projeto Campos do Jordão” foi desenvolvido em parceria, envolvendo instituições diversas, conforme apresentado no diagrama de contexto, da Figura 1.

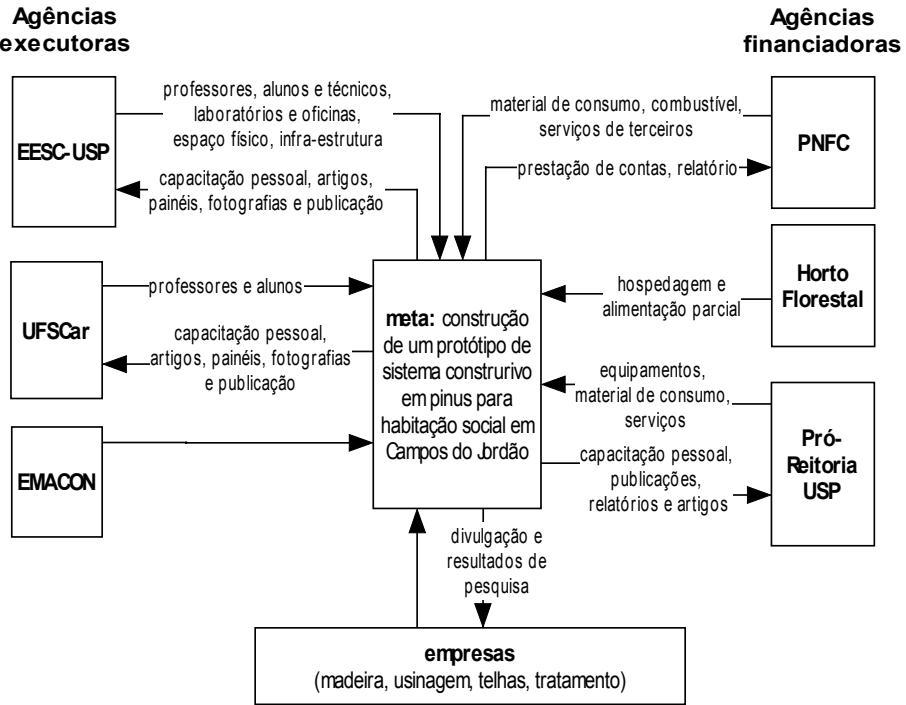


Figura 1. Diagrama de contexto do Projeto Campos do Jordão

A meta inicial comum a todos os parceiros foi a construção de uma edificação, a partir da qual foram definidas diferentes finalidades para cada um dos envolvidos (o levantamento de dados para elaboração de um manual, a criação de uma sede para o Parque de Mananciais, a elaboração de um sistema construtivo em pinus, entre outros). Os dados sobre o Projeto Executivo do protótipo são apresentados em YUBA (1998).

2 OBJETIVOS

Esse projeto foi elaborado com o objetivo de propor um sistema construtivo em pinus para habitação social, visando a produção por processos de autoconstrução e a elaboração de um manual de construção considerando as dificuldades identificadas durante o processo de construção de um protótipo e as características esperadas dos usuários.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Para atingir os objetivos delineados, o Projeto Campos do Jordão foi dividido em três fases:

- Fase 1, correspondente à elaboração do projeto arquitetônico e do sistema construtivo. Nessa fase, foram feitos levantamentos sobre a região para obtenção de dados que subsidiasssem a concepção arquitetônica. Foram considerados como parâmetros para a Fase 1:
 - materiais e técnicas de construção convencionalmente utilizados
 - dimensões comerciais
 - clima e cultura de utilização da habitação
 - meta de atender à necessidade de **proprietários rurais** com interesse na construção de habitação em madeira, sem estar necessariamente relacionados a empreendimentos de produção em escala
 - **dificuldade de aquisição de equipamentos e ferramentas** específicas e possibilidade de **ausência de energia elétrica** disponível no local

Visando atender às necessidades de todos os parceiros envolvidos, foi desenvolvido um projeto arquitetônico de um escritório/sede para o Parque de Mananciais, com área de 120 m², utilizando o mesmo sistema construtivo, com adaptações ao programa proposto. Para a construção do protótipo

foi feito também um levantamento de dados sobre o local (topografia, solo, materiais disponíveis). O projeto desenvolvido para o escritório/sede é apresentado em YUBA (1998).

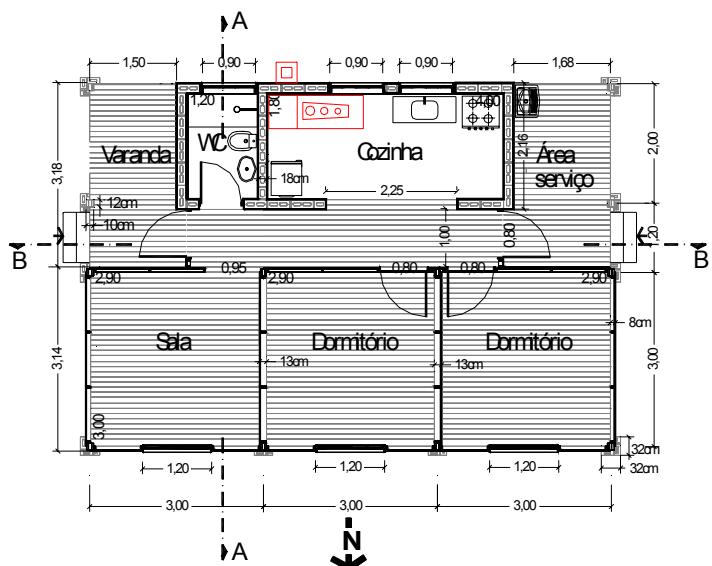
- Fase 2, correspondente à construção e acompanhamento da obra. Essas atividades possibilitaram uma avaliação da Fase 1, pela identificação de pontos críticos na construção da edificação, em relação à falta ou erros de detalhamentos de projeto, patologias e facilidade de construção. A utilização de planilhas (cinco tipos) na coleta de dados permitiram que a sistematização fosse organizada visando a elaboração do Manual de Construção. Os modelos das planilhas utilizadas são apresentados no Relatório Parcial TOR 2, referente ao Projeto Campos do Jordão. Um Caderno As Built foi feito para documentar as mudanças no detalhamento construtivo entre o Projeto Executivo e a construção do protótipo. Nessa fase foi observado:
 - a previsão inicial para a construção era de dois meses, mas o protótipo foi concluído em sete meses. Isso se deveu a fatores diversos, como o clima chuvoso, atrasos na entrega de materiais e a falta de comprometimento da mão-de-obra com a construção. Esse último influenciou a demora na execução da área úmida do protótipo, principal motivo pelo atraso do cronograma da obra.
 - dificuldade de compreensão do projeto executivo (desenho técnico e detalhes construtivos) por parte da mão-de-obra executora do protótipo, composta por pedreiros e carpinteiros, o que foi considerado posteriormente na programação visual do Manual de Construção.
- Fase 3, correspondente à elaboração do projeto arquitetônico da habitação, atualização do sistema construtivo e elaboração do Manual de Construção. Nessa fase, os dados do Caderno As Built foram analisados quanto às vantagens e desvantagens em relação às soluções originalmente propostas para a definição do sistema construtivo a ser proposto. Além disso, os dados coletados nas planilhas sobre custo, tempo e procedimento de execução foram tabulados, avaliados e associados a imagens fotográficas do decorrer da obra para composição do conteúdo do Manual.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Com a execução das três fases, durante os anos de 1995 e 1998, foram obtidos os seguintes resultados:

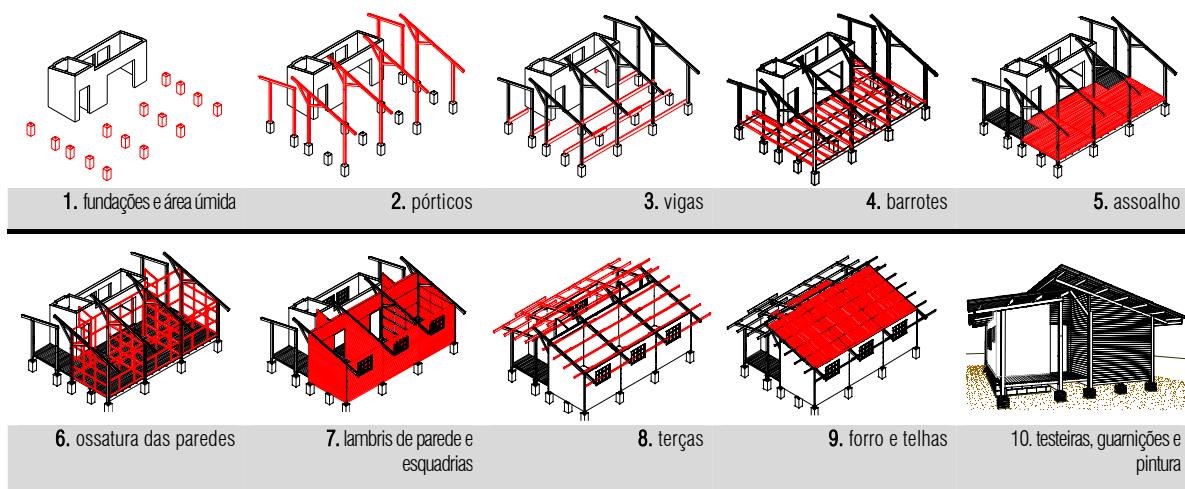
4.1 O sistema construtivo

O projeto arquitetônico da habitação desenvolvida compreende dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço, em uma área de 54 m². O projeto foi concebido de maneira a ser compatível com o sistema construtivo proposto: as áreas úmidas (cozinha, banheiro e área de serviço) foram divididas das áreas secas (sala e quartos) em dois blocos (Figura 2). Essa divisão visa a construção dos dois blocos em etapas distintas, de maneira que não haja interferência entre o canteiro úmido e o canteiro seco durante a obra (Figura 3).



Fonte: Manual de Construção - GHab/PNFC (1998).

Figura 2. Planta da unidade habitacional



Fonte: Manual de Construção – GHab/PNFC (1998).

Figura 3. Componentes para montagem da habitação

O sistema construtivo utilizado na área úmida é a alvenaria estrutural de blocos de concreto com reboco para o fechamento, cobertura de telhas de fibrocimento com forro de pinus e piso de cimento queimado colorido. Na área seca, à exceção das esquadrias, todas as peças, sejam estruturais ou não, são propostas em madeira de pinus spp, num sistema construtivo de pilar-viga, formando pórticos. Algumas soluções que foram adotadas nessa proposta, visando a padronização dos componentes e redução de desperdícios são:

- em planta, modulação de 90 cm para os dois blocos da habitação
- projeto dos componentes de madeira utilizando somente duas variações de seção (4 x 10cm e 4 x 12 cm)
- repetição de componentes

Para atender à diversas composições familiares, o projeto arquitetônico e o sistema construtivo consideraram a facilidade para ampliações do número de quartos na habitação, a partir da utilização do mesmo sistema construtivo. Outras soluções para a planta da unidade habitacional podem ser obtidas pela supressão de paredes, dada a facilidade proporcionada pela solução de pilar-viga em pórtico.

4.2 Análise de custo

Para estabelecer os custos da habitação foram utilizados os dados produzidos na construção do protótipo no Parque Estadual de Mananciais, em Campos do Jordão/SP e fontes de consulta de preços relativos ao mês de março de 1998.

Foram definidas duas versões para a habitação: a casa básica e a completa. A diferença entre as duas propostas está no nível de acabamento da área úmida (cozinha e banheiro) e a presença de fogão à lenha e sistema de aquecimento de água que utiliza o calor produzido pelo fogão. A área seca, que utiliza os componentes de madeira é igual nas duas propostas.

A **Tabela 1** apresenta os custos de materiais para as duas versões da habitação:

Tabela 1. Orçamento geral dos materiais para a construção da habitação

material	casa básica	casa completa
		custo (R\$)
madeira	1.025,60	1.025,60
tratamento (pincelamento)	272,00	272,00
material elétrico	311,86	311,86
material hidráulico	371,19	371,19
material para instalação sanitária	82,65	82,65
material para área úmida	2.291,52	2.291,52
acabamentos	635,75	635,75
reboco, fogão à lenha e instalação de água quente		921,63
esquadrias	726,31	726,31
total	5.716,88	6.638,51

Fonte: Manual de Construção – GHab/PNFC (1998).

Apesar da proposta ser voltada para a produção da habitação por autoconstrutores, foram levantados também os custos relativos à mão-de-obra contratada, divididos por especialidade, como opção a ser considerada na avaliação da melhor alternativa de produção para cada usuário (**Tabela 2**).

Tabela 2. Custo da mão de obra contratada para a construção da habitação

mão-de-obra	casa básica	casa completa
	custo (R\$)	
pedreiro	1.833,69	2.242,09
carpinteiro	666,67	666,67
eletroinstalador	109,32	109,32
encanador	155,68	220,68
pintor	130,00	130,00
total	2.895,36	3.368,76

Fonte: Manual de Construção – GHab/PNFC (1998).

O tempo de execução depende da mão-de-obra utilizada (mutirão, autoconstrução ou contratada), tendo sido calculada em 4 meses, em média, considerando uma equipe de 2 pessoas em tempo integral (40 horas/semana).

Com a proposta desenvolvida, o custo da habitação foi calculado em 106,00/m², a partir dos valores praticados no mês de março de 1998 e considerando-se somente os materiais de construção.

4.3 O Manual de Construção

O Manual de Construção, produto da parceria entre o GHab-Grupo de Pesquisa em Habitação e o PNFC-Projeto Novas Fronteiras da Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável, é apresentado na forma de publicação, contendo informações sobre a madeira e instruções para a construção da habitação. A consideração das observações feitas na Fase 2 resultaram na elaboração de um material que orientasse o usuário desde a escolha da posição da habitação no lote, na compra dos materiais e nos procedimentos de execução, de maneira que o Manual atue como um “guia passo a passo” para a construção da habitação.

Para informar o usuário, são apresentados dados complementares sobre características físicas da madeira, os procedimentos normalmente utilizados para secagem, tratamento e armazenamento da madeira e os procedimentos de aquisição, em linguagem simples e direta.

Para a execução de cada componente da habitação, é apresentada uma lista de materiais e ferramentas necessários, com os respectivos custos, o tempo de execução e os custos de mão-de-obra, acompanhada da descrição ilustrada com detalhes das atividades e de uma imagem fotográfica, mostrando a sua aparência final. Um exemplo desse conteúdo é apresentado nas Fig. 4 e 5.

PÓRTICOS			
MATERIAIS	QUANT	DESCRICAÇÃO	CUSTO (R\$)
		tábuas de 3,6 x 12cm	
9	200 cm	7,83	
9	300 cm	11,70	
5	150 cm	3,25	
18	50 cm	3,96	
5	100 cm	2,15	
41	24 cm	4,51	
9	278 cm	10,80	
9	250 cm	9,72	
9	120 cm	4,68	
5	126 cm	2,75	
5	283 cm	6,10	
9	240 cm	9,36	
15 kg	pregos 18X30	27,00	
EQUIPE:	1	carpinteiro	81,90
	1	ajudante	64,35
TEMPO:	5,5 dias	TOTAL MATERIAL	103,81
		TOTAL MÃO DE OBRA	146,25
		TOTAL GERAL	250,06



Foto 13: Pórtico do bloco de madeira

Figura 4. Exemplo de página apresentado no Manual de Construção

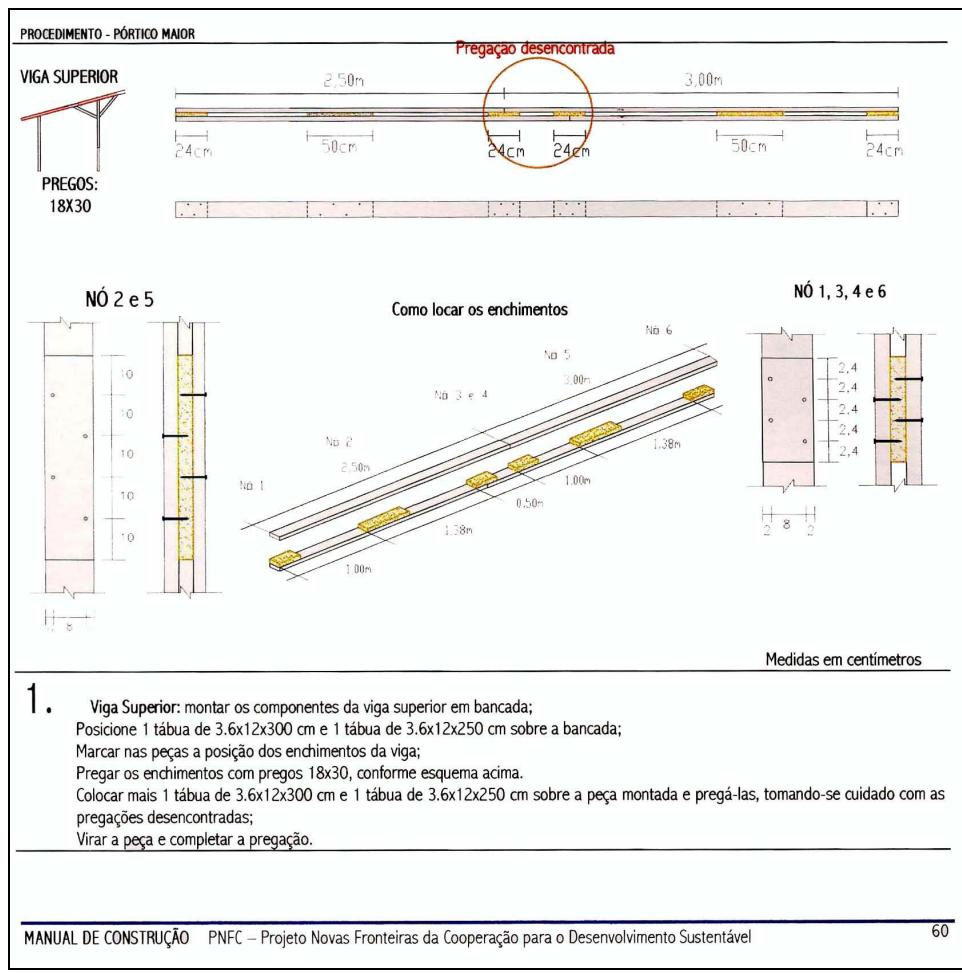


Figura 5. Procedimento de execução dos pórticos apresentado no Manual de Construção

Os detalhes construtivos com maior dificuldade de entendimento e de execução foram ressaltados na elaboração do Manual, com ilustração e descrição detalhadas. O Manual apresenta as duas partes (informação e instrução) de forma intercalada, à medida que se criam as oportunidades de inclusão de informação, de maneira a não sobrecarregar o leitor.

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A realização do Projeto Campos do Jordão, tendo contemplada a fase de construção de protótipo, permitiu verificar a viabilidade técnica do sistema construtivo proposto. Outros fatores que possibilitam tal conclusão são:

- a utilização de peças de madeira com as dimensões praticadas normalmente pelo mercado
- a utilização de materiais usuais (portas, janelas, elementos metálicos, blocos de concreto)
- a variedade reduzida de ferramentas e equipamentos
- a consideração da possibilidade de ausência de energia elétrica

Foi observado também que a utilização de madeira de pinus para a construção apresenta fatores positivos em relação às espécies de alta densidade, pela trabalhabilidade do material (leveza), facilitando o transporte, corte e pregação das peças.

Dada tal facilidade, foi constatado que a produção desse sistema construtivo não depende de uma unidade de pré-fabricação de componentes, fato observado na execução dos componentes do protótipo, no próprio canteiro de obras. A unidade de pré-fabricação pode vir a ser considerada na produção em escala, visando a redução dos custos com a mão-de-obra.

Foram analisados a facilidade e o tempo de execução, associados a dados de custo, possibilitando a escolha das melhores alternativas para autoconstrução. O resultado obtido, com custo de R\$ 106,00/m²

para os materiais da casa básica, em 1998, foi considerado competitivo com os preços de outros sistemas construtivos utilizando materiais convencionais.

O Manual, desenvolvido com base nas dificuldades encontradas já na fase de construção do protótipo, conciliou as suspeitas e os fatos sobre a falta de conhecimento dos usuários (construtores) em relação à madeira, possibilitando a sistematização de informações que de fato contribuam no processo de construção da habitação e no aumento do conhecimento sobre o material por parte do usuário/construtor.

Entretanto, como ressaltado por ARRUDA (2000), a madeira de pinus comercializada normalmente é apresenta produtos de baixa qualidade, fato que deve ser considerado no “procedimento de aquisição” apresentado no Manual. Além disso, a médio e longo prazo, é necessário que se busquem alternativas para a produção de madeira de melhor qualidade e em quantidade compatível com a demanda.

As perspectivas em relação a esse projeto são a atualização dos custos apresentados no Manual de Construção e a utilização em processos de autoconstrução, para a verificação do atendimento aos seus propósitos e alterações e finalmente a viabilização da sua publicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, M. P. Diretrizes para projeto arquitetônico de habitação social em Pinus produzida por mutirão. São Carlos, 2000. 250 p. Dissertação de mestrado em Tecnologia do Ambiente Construído, EESC/USP, 2000.

BARBOSA, J.C.; INO, A. Cadeia produtiva de habitação em madeira de reflorestamento – análise do ciclo de vida (LCA) e indicadores de sustentabilidade. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 7, 2000, São Carlos (SP), *Anais...* São Carlos: USP, 2000. [CD ROM].

CRUZEIRO, E. C. Produção e construção de casas em madeira de reflorestamento – Sistema IF. São Carlos, 1998. Dissertação de mestrado, EESC/USP.

GHab/IBRAMEM, PNFC. Manual de construção de habitação de baixo custo em pinus para a zona rural. São Carlos: GHab/IBRAMEM e PNFC, 1998.

INO, A. Sistema estrutural modular em eucalipto roliço para habitação. São Paulo, 1992. Tese de doutorado, POLI/USP.

INO, A.; SHIMBO, I. A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: Encontro nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 1, 1997. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 1997.

LIMA, G. L. Construção habitacional utilizando madeira de reflorestamento. São Paulo: IPT/PINI, 1988. 1^a e 2^a parte.

LIMA, G. L. Tecnologia de construção em madeira de reflorestamento de Pinus spp para habitação de interesse social. São Paulo, 1990. Dissertação de mestrado, FAU/USP.

LIMA, W. P. Impacto ambiental do eucalipto. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 301p.

RELATÓRIO DE PESQUISA TOR 01, 02 e 03. Habitação de interesse social em madeira para zona rural. São Carlos: GHab/IBRAMEM, 1998.

RECH, C. Guia da Indústria da Madeira e Mobiliário do Rio Grande do Sul. Curitiba: Lettech, 1999. 253p.

SBS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Área plantada com pinus e eucaliptos no Brasil (ha) – 1999.** <http://www.sbs.org.br/secure/estatisticas.htm>

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva da madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações.** Porto Alegre, 2001. 162 p. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil, NORIE/UFRGS.

YUBA, A. N.; INO, A.; SHIMBO, I. **Sistema construtivo em pinus – Construção experimental do Parque Estadual dos Mananciais, em Campos do Jordão/SP.** In: : Encontro Brasileiro em Madeira e estruturas de madeira, 6, 1998. **Anais...** Florianópolis, IBRAMEM, 1998. v.4, p. 61-69.

