



A questão da durabilidade das edificações unifamiliares em tora de eucalipto no Espírito Santo: proposta de melhorias no sistema construtivo a partir de detalhamento na fase de projeto

Emanuella Sossai Altoé (1), Cristina Engel de Alvarez (2)

(1) Arquiteta, Mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEC/UFES), Brasil. E-mail: manualtoe@hotmail.com

(2) Arquiteta, Doutora, Professorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFES), Brasil. E-mail: engel@npd.ufes.br

Resumo: A preocupação com a preservação do meio ambiente incentiva pesquisas que buscam conscientizar os profissionais da construção civil sobre a importância de considerar, na escolha dos materiais e sistemas construtivos, o conhecimento da cadeia produtiva dos mesmos. O **objetivo** desse trabalho é apresentar os resultados da análise em relação à durabilidade de residências em toras de eucalipto construídas por empresas de diferentes linhas de produção (industrial e artesanal) no Estado do Espírito Santo, visando estabelecer diretrizes projetuais adequadas às peculiaridades do material e aos condicionantes locais como forma de contribuição para a redução de preservativos e ampliação da vida útil da edificação. O **método** empregado foi estabelecido a partir das seguintes etapas: 1. fundamentação conceitual; 2. reconhecimento de edificações em toras de eucalipto no Estado; 3. determinação das amostras; 4. levantamento preliminar de dados in loco; 5. adequação dos instrumentos de pesquisa; 6. coleta final dos dados; 7. diagnóstico; e 8: proposta final. Como principal **resultado**, pode-se concluir que o padrão tecnológico utilizado pelas empresas avaliadas é considerado como bom, porém necessita de aprimoramentos nas soluções construtivas, principalmente, na fase de projeto, e que isso ocorre devido a inexistência de um detalhamento construtivo padrão.

Palavras-chave: Arquitetura espírito-santense; Eucalipto; Técnicas construtivas; Durabilidade.

Abstract: The Environmental preservation concern encourages researches which aim to make the construction professionals to be aware of the importance in considering the materials choices and constructive systems as well as their productive chain. The **objective** of this research is to present the results of an analyze on durability from houses in logs of eucalyptus built by companies which use different production lines (industrial and craft) in the state of Espírito Santo – BR, aiming to establish suitable project guidelines to the material peculiarities and to the local conditions. It is a way to contribute to the preservatives reduction and to the extending of buildings useful life. The **methodology** was established from the following steps: 1. conceptual reasons; 2. recognition of eucalyptus log buildings in the state; 3. Samples determination; 4. in loco preliminary data survey; 5. research tools adequacy; 6. final data collection; 7. diagnosis and 8. Design proposal. As the main **result** we can get the conclusion that the technological standard used by the companies which were evaluated, was considered as good, but it needs some improvement in constructive solutions, mainly during the project phase. And that It occurs due to lack of a constructive detail pattern.

Key-words: Espírito-santense architecture; eucalyptus; constructive techniques; durability.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os movimentos ambientalistas e a conscientização popular sobre a finitude dos recursos naturais pressionam para que as atividades na construção civil adotem soluções e critérios construtivos menos impactantes, que garantam o manejo e o uso das edificações com bases conceituais alicerçadas nos princípios da sustentabilidade.

Partel (1999) descreve que a utilização da madeira na construção civil é defendida nos países mais industrializados devido à economia representada pela sua fácil manipulação, que independe de processos industriais sofisticados (como os exigidos pelo concreto e o aço), e permite a racionalização do consumo de energia, mesmo sendo esses países os detentores das técnicas mais avançadas no emprego do cimento e dos metais.

Do ponto de vista econômico, a redução da disponibilidade de espécies tradicionalmente utilizadas, o preço alto das madeiras nativas, juntamente com a pressão ecológica, levou à utilização de recursos florestais renováveis na construção civil, como a madeira de reflorestamento, especificamente o eucalipto (SHIMBO; INO, 1997).

Mas, mesmo com as qualidades ambientais, econômicas e as vantagens construtivas (qualidade plástica, versatilidade, fonte renovável, etc.), a madeira é um produto questionado em relação à durabilidade, ou seja, a capacidade de manter ao longo do tempo o correto desempenho em atender às necessidades dos usuários, quando exposto as condições normais de uso (JHON; SATO, 2000). Isso ocorre principalmente devido ao desconhecimento ou negligência por parte dos profissionais que a adotam como material construtivo, constituindo um risco ao aparecimento de patologias e conseqüente deterioração da edificação (MAGALHÃES; CHAHUD, 2006).

Considerando que o Estado do Espírito Santo está em crescente evolução no cultivo e utilização do eucalipto na construção civil, a pesquisa em questão justifica-se por incentivar o uso da madeira como material construtivo, através da indicação de soluções projetuais que podem aumentar a durabilidade da edificação e, conseqüentemente, manter a competitividade da madeira com os materiais construtivos convencionais.

2. OBJETIVO

Este artigo refere-se à apresentação sucinta dos principais resultados obtidos na pesquisa que culminou na dissertação de mestrado intitulada como “Diretrizes projetuais para edificações unifamiliares em toras de eucalipto no Espírito Santo” (ALTOÉ, 2009), desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo. O principal objetivo da pesquisa foi avaliar os aspectos que interferem na durabilidade de residências em toras de eucalipto construídas por empresas de diferentes linhas de produção (industrial e artesanal) no Estado do Espírito Santo e propor soluções nos aspectos negativos identificados como passíveis de solução através do detalhamento na fase de projeto.

3. MÉTODO EMPREGADO

O método de pesquisa foi estabelecido a partir das seguintes etapas: 1. fundamentação conceitual; 2. reconhecimento de edificações em toras de eucalipto no Estado; 3. determinação das amostras; 4. levantamento preliminar de dados *in loco*; 5. adequação dos instrumentos de pesquisa; 6. coleta final dos dados; 7. diagnóstico; e 8. proposta projetual.

A fundamentação conceitual incentivou a busca por um método de avaliação de durabilidade visando à proposta de diretrizes de projeto e induziu ao desenvolvimento de processos metodológicos que comprovassem os resultados. Sendo assim, a estratégia adotada foi o desenvolvimento de roteiros para a pesquisa baseados na delimitação dos aspectos a serem investigados relacionados com as exigências dos usuários compatíveis com a avaliação da durabilidade, o sistema construtivo e os subsistemas com os indicadores de degradação. Os subsistemas característicos desse objeto foram previamente divididos em partes, visando avaliar o todo, que são: fundação, estrutura, vedação, esquadrias e cobertura. Para um melhor entendimento dos parâmetros de avaliação o quadro 1 apresenta a relação dos subsistemas construtivos com a respectiva exigência do usuário.



SUBSISTEMA	EXIGÊNCIA DO USUÁRIO	DESEMPENHO REQUERIDO
Fundação	Segurança estrutural	Resistir às cargas de serviço sem romper ou deformar
	Estanqueidade	Impedir a passagem de umidade do solo para a edificação
	Durabilidade	Resistir às infestações por ataque biológico
Estrutura	Segurança estrutural	Apresentar estabilidade estrutural
	Durabilidade	Resistir às infestações por ataque biológico e intempéries
	Segurança ao fogo	Prevenir a propagação do fogo
Vedação	Segurança estrutural	Resistir às cargas de serviço sem romper ou deformar
	Estanqueidade	Impedir a passagem de água, poeira ou pequenos animais
	Durabilidade	Resistir às infestações por ataque biológico
	Segurança ao fogo	Prevenir a propagação do fogo
Esquadria	Segurança estrutural	Resistir às cargas de serviço, manuseio e advindas da estrutura
	Segurança à utilização	Controlar a entrada e saída de pessoas e animais
	Durabilidade	Resistir às infestações por ataque biológico
	Estanqueidade	Ser estanque a água da chuva quando totalmente fechada
Cobertura	Segurança estrutural	Resistir à sobrecarga
	Durabilidade	Resistir às infestações por ataque biológico
	Estanqueidade	Impedir a penetração da água de chuva no interior da edificação

QUADRO 1 - Subsistemas construtivos relacionados com as exigências dos usuários e desempenho requerido, desenvolvido a partir de Arakaki (2000).

O ponto de partida para a definição da amostra para o estudo foi conhecer a utilização do eucalipto em construções no Estado e, para isso, foi realizado o levantamento das primeiras edificações executadas nesse sistema construtivo. Como foi encontrada pouca bibliografia e documentação específica, optou-se por iniciar os estudos através da relação com o desenvolvimento de cultivo da espécie na região, e de entrevistas com as empresas e os profissionais da área.

Nessa etapa além de identificar as construções mais significativas e com maior tempo de uso, buscou-se realizar uma prévia avaliação dos aspectos evolutivos das mesmas. Num primeiro momento, em função de o estudo buscar abranger todo o Estado do Espírito Santo, adotou-se por instrumento de trabalho a consulta às Prefeituras Municipais, visto serem estas as detentoras dos conhecimentos locais e disporem de informações sobre a existência de edificações em eucalipto na região. É importante ressaltar que o levantamento junto às prefeituras trouxe pouca contribuição, destacando somente a Prefeitura Municipal de Ecoporanga, cuja disponibilização dos dados contribuiu com os objetivos da pesquisa (ALTOÉ, 2009).

Embora se acredite na existência de edificações em eucalipto construídas de maneira informal anteriormente ao ano de 1991, devido principalmente à carência de pesquisas e de registros históricos, não foi encontrado nenhum exemplar nos locais investigados construídos em períodos anteriores ao mencionado. Dessa forma, o leque de indivíduos tornou-se restrito e o aspecto da análise temporal prejudicado. Além disso, existe o fato de que algumas edificações encontradas são carentes em documentos e projetos necessários para análise de execuções e intervenções posteriores (ALTOÉ, 2009).

Após esse levantamento foi realizada a pesquisa sobre a comercialização de edificações em madeira com toras empilhadas as quais formam paredes que a vedam e sustentam (*log home*) no Estado do Espírito Santo, que resultou na escolha das duas empresas mais significativas para o estudo, considerando a intenção de analisar as diferenças entre o método artesanal e a linha industrial de produção. A definição inicial dos indivíduos para análise ocorreu junto às empresas, baseado nos requisitos previamente definidos para a realização da avaliação, que foram: a forma de execução; a disponibilidade de dados e informações documentadas (PAOLIELLO, 2005); a acessibilidade aos profissionais envolvidos na concepção da edificação e aos usuários; e o tempo de uso suficiente para o aparecimento de patologias, ou seja, ao menos cinco anos (CAMPOS, 2002). Sendo assim, realizou-se uma visita preliminar à nove edificações.

A coleta de dados foi desenvolvida através da pesquisa de campo, com a observação direta das edificações na fase de uso e ênfase na avaliação física das mesmas através da análise dos aspectos construtivos e das atividades de manutenção observadas a partir de um roteiro previamente definido; e de entrevistas dirigidas, com os usuários e as empresas responsáveis pela execução, visando complementar



ELECS 2009

Recife | 28 a 30 de outubro de 2009

V Encontro Nacional
e III Encontro Latino-Americano
sobre Edificações
e Comunidades Sustentáveis



as informações necessárias para a análise e para a posterior etapa de proposição de recomendações para a etapa de projeto.

Para a realização da visita preliminar, entrou-se em contato com os proprietários das residências visando obter a liberação para o desenvolvimento da avaliação em seus imóveis. Devido à dificuldade de compatibilidade de horários e até mesmo de desconfiança do proprietário em relação ao objetivo da pesquisa, alguns usuários permitiram somente a primeira visita, com isso, a amostragem foi reduzida para 03 edificações de cada empresa (fig. 1).



Residência 01, EMPRESA A.



Residência 02, EMPRESA A.



Residência 03, EMPRESA A.



Residência 01, EMPRESA B.



Residência 02, EMPRESA B.



Residência 03, EMPRESA B.

FIGURA 1 - Amostragem selecionada para análise.

Cabe ressaltar que para a obtenção de resultados com fidedignidade e válidos para análise, foi necessário um pré-teste (roteiro piloto), realizado em duas residências, com o objetivo de enumerar possíveis falhas, inconsistência ou complexidade das questões, ambigüidade ou linguagem inacessível, bem como perguntas supérfluas (LAKATOS; MARCONI, 1991).

Em relação ao método de análise utilizado, é importante destacar:

- Todos os moradores são proprietários das residências e as utilizam somente nos finais de semana e feriados, permanecendo pouco tempo no local, o que foi essencial para a verificação dos dados com um mesmo grau de conhecimento em relação à utilização, manuseio e situação atual das edificações;
- Mesmo que o contato inicial com os proprietários tenha sido realizado pela empresa responsável, o acesso aos mesmos foi eventualmente dificultado em função da incompatibilidade de horários para o agendamento; falta de tempo para entrevista; dúvidas em relação aos objetivos da pesquisa; e até mesmo a sensação de invasão de privacidade;
- Observou-se que a maioria dos proprietários não conhece as propriedades técnicas da madeira e a escolha do material ocorreu pelo apelo estético, fato que influenciou na resposta de alguns dos itens de pesquisa; e
- Constatou-se que o reduzido número de edificações existentes no Estado interferiu na obtenção de dados conclusivos mais eficazes, sendo também observada a impotência da realização de ensaios em laboratórios específicos que avaliem a situação interna das peças de madeira.

4. RESULTADOS

Dentre os resultados obtidos em relação aos objetivos da pesquisa destacam-se:

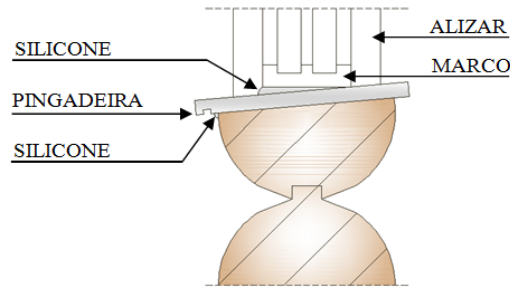
- O fácil acesso as empresas possibilitou averiguar as diferenças nas linhas de produção utilizadas por cada uma, sendo ainda perceptível que ambas possuem domínio e experiência no assunto e, conseqüentemente, evoluem as técnicas construtivas de acordo com as obras executadas;



- A EMPRESA A utilizou, em algumas edificações, espécie de eucalipto inadequada para a construção civil. De acordo com a entrevista, o fato justifica-se pela falta de cultivo de plantas direcionadas para edificações no Estado;
- As peças de madeira das duas empresas passam pelo tratamento preservativo em autoclave, sob ação do produto CCA (Cromo-Cobre-Arsênio) e são secas ao ar livre. Cabe destacar que a EMPRESA A terceiriza o desenvolvimento dessa etapa, enquanto a EMPRESA B efetua todos os processos provenientes da cadeia produtiva de uma edificação em madeira;
- A inacessibilidade aos projetos das residências executadas pela EMPRESA A, foi um fator de grande importância para o desenvolvimento da pesquisa, fazendo com que o projeto não fosse julgado e, assim, não obtivesse dados para a análise final da empresa;
- Os projetos da EMPRESA B foram considerados como completos, pois são compostos por dados básicos para a execução da habitação em madeira, mas verificou-se a necessidade de desenvolvimento de detalhes importantes para auxiliar na durabilidade da edificação; e
- O *stain* é o produto utilizado para acabamento das peças de madeira pelas empresas, visto que é considerado de fácil manutenção, quando comparado às tintas e vernizes, pois, devido à inexistência de película, o revestimento não descasca quando exposto à ação do sol e da chuva.

3.1. Principais problemas encontrados

Com o objetivo de facilitar a compreensão dos problemas identificados e a sua ligação com a solução proposta, a seguir são apresentadas a descrição do problema; a residência possuidora do mesmo; as possíveis causas; a respectiva diretriz projetual e os procedimentos de manutenção (quadros 2, 3, 4, 5 e 6).

PROBLEMA 01 – ACÚMULO DE UMIDADE NA PARTE INFERIOR DAS JANELAS
RESIDÊNCIAS: 03B
POSSÍVEIS CAUSAS: 1. Problemas nas soluções de projeto (detalhes construtivos): o projeto não apresenta solução construtiva para esquadrias. 2. Problemas na execução: falta de instalação de pingadeira.
SOLUÇÃO CONSTRUTIVA: Instalação de peitoril com pingadeira, e como alternativa para minimizar o problema existente, pode-se colocar uma chapa de alumínio nos pontos de infiltração (fig. 2).

FIGURA 2 - Detalhe de instalação de peitoril, baseado em Oliveira (2003).
Segundo Oliveira (2003) o ideal é que a pingadeira seja inclinada para evitar o acúmulo de água nessa região e uma conseqüente infiltração, e que todo o perímetro da esquadria seja vedado com silicone.

QUADRO 2 – Descrição do problema 01: acúmulo de umidade na parte inferior das janelas.



PROBLEMA 02 – FRESTA NO ENCONTRO MADEIRA E ALVENARIA

RESIDÊNCIAS: 02A e 01B

POSSÍVEIS CAUSAS:

1. Problemas nas soluções de projeto (detalhes construtivos): o projeto não apresenta solução construtiva para a união de dois materiais diferentes
2. Problemas na execução: falta de comunicação entre executor e projetista

SOLUÇÃO: A ligação da madeira com outro tipo de material, como a alvenaria de vedação, é considerado como ponto crítico no correto desempenho da edificação. No caso da residência 01B, é possível identificar que o projeto especifica detalhadamente esse encontro de materiais, porém na avaliação técnica foram observadas inúmeras frestas internas aparentando um “descolamento” entre a estrutura e a vedação, fato que causa desconforto visual em relação aos conceitos estéticos. Já a residência 02A não possui projeto específico para a construção em madeira. As figuras 3 e 4 apresentam as propostas desenvolvidas para solucionar o problema detectado.

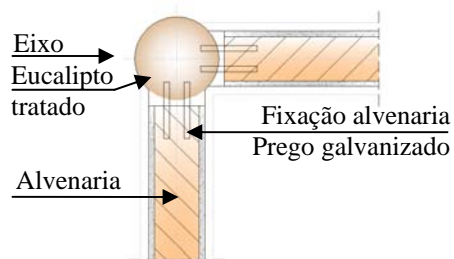


FIGURA 3 – Ligação entre estrutura e alvenaria com prego galvanizado.

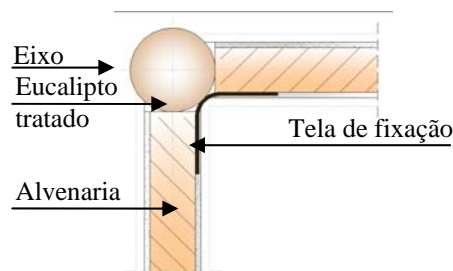


FIGURA 4 – Ligação entre estrutura e alvenaria com tela de fixação.

QUADRO 3 – Descrição do problema 02: fresta no encontro da madeira e alvenaria.

PROBLEMA 03 - DIFICULDADE DOS USUÁRIOS NA MANUTENÇÃO DA RESIDÊNCIA

RESIDÊNCIAS: 01A, 02A, 03A, 01B, 02B e 03B

POSSÍVEIS CAUSAS:

1. Problemas no planejamento: inexistência do manual de uso e manutenção.

SOLUÇÃO: Durante a pesquisa observou-se que a maioria dos usuários não conhece as particularidades técnicas da madeira e que a escolha do material ocorreu, principalmente, pelo apelo estético. Assim, constatou-se que alguns proprietários desconhecem eos procedimentos e a frequência de manutenção exigida pela construção em madeira e mostraram-se insatisfeitos por não saber “lidar” com esse tipo de material. Para evitar essa situação, Ino (1997) recomenda a adoção de manuais de conservação para assegurar a correta utilização da edificação, pois usuários desinformados ocasionam usos inadequados, sendo esse um fato que colabora com a diminuição da durabilidade da edificação.

QUADRO 4 – Descrição do problema 03: dificuldade dos usuários na manutenção da residência.

PROBLEMA 04 – PILAR COM INDÍCIOS DE DEGRADAÇÃO NA BASE

RESIDÊNCIAS: 03A, 01B e 03B

POSSÍVEIS CAUSAS:

1. Problemas nas soluções de projeto (detalhes construtivos): o projeto arquitetônico não prevê qualquer afastamento entre a peça de madeira e o piso
2. Problemas na execução: inexistência de afastamento do pilar em relação ao piso; ausência de acabamentos que garantam maior proteção da peça
3. Problemas na manutenção: ausência de manutenção periódica e repintura; falta de retirada da água acumulada na base dos pilares

SOLUÇÃO: Para Campos (2002) o detalhe construtivo deve evitar o contato direto entre a madeira e a base de apoio, para que não ocorra a ação capilar e previna o ataque da madeira em relação aos insetos (fig. 5).

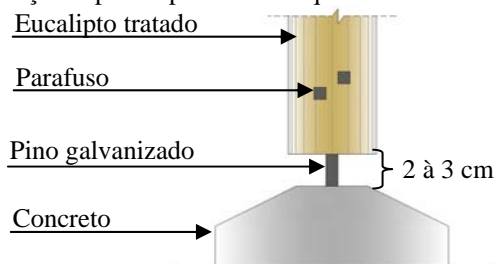


FIGURA 5 – Detalhe construtivo de afastamento do pilar da base de concreto, baseado em Ino (1997).

QUADRO 5 – Descrição problema 04: pilar com indícios de degradação na base.



PROBLEMA 05 – PEÇAS DE MADEIRA COM FRESTAS

RESIDÊNCIAS: 01A, 02A, 03A, 01B, 02B e 03B

POSSÍVEIS CAUSAS:

1. Problemas no planejamento:

- Inexistência de um planejamento, em relação ao manuseio das toras, com medidas que minimizem o aparecimento de rachaduras de topo.

SOLUÇÃO: Segundo a Revista da Madeira (2001) esse tipo de defeito é decorrente, principalmente, das tensões internas que se manifestam após a derrubada da árvore e ocorrem com maior intensidade nas mais jovens e diminuem consideravelmente com seu amadurecimento. Além da idade da árvore, fatores como o tempo de permanência da mesma no pátio após o corte e o tipo de secagem utilizado também interferem no aparecimento das rachaduras, visto que, quanto mais tempo a tora permanecer no pátio, piores são as conseqüências das tensões de crescimento. Há um consenso entre os autores consultados de que o ideal é que a tora seja transportada para a serraria logo após o desbaste, sendo ainda recomendada a aplicação de impermeabilizantes nas extremidades das toras, como a parafina, por exemplo.

Em relação ao tipo de secagem Jankowsky (1986) cita que:

“quando uma tora é armazenada ao ar, ou seja, exposta às condições de ambiente e sem proteção dos raios solares, ela imediatamente entra em processo de secagem, e principalmente os topos chegam dentro de pouco tempo a teores de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras. Iniciam-se nesse momento as retrações da parte externa mais seca, e como a parte mais interna da tora ainda está com alto teor de umidade e não acompanha essa retração, surgem tensões internas que, tornando-se superior à resistência da madeira e provocam o aparecimento das rachaduras”.

Sendo assim, quando comparado ao sistema de secagem com imersão e aspersão, apresenta uma diferença significativa no aparecimento das rachaduras, sendo esse em maior quantidade.

Em relação às empresas entrevistadas, não tem-se conhecimento dos procedimentos utilizados antes da industrialização das peças, mas, sabe-se que o sistema de secagem usado é ao ar livre, fato que possivelmente justifica o aparecimento das rachaduras.

Cabe ressaltar que, caso os cuidados citados não sejam realizados, existe a possibilidade de instalação da chapa metálica (*gan nail*) no topo da peça, durante o seu preparo, para que não ocorram mais frestas. Estuqui Filho (2006) cita que para manter a fresta fechada usa-se preenchê-la com uma mistura da própria serragem da madeira de eucalipto. E para impedir que as aberturas se alastrem deve-se instalar uma peça de união metálica em forma de “C” ou “S” e parafusos ao longo da tora (fig. 6, 7 e 8).

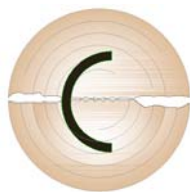


FIGURA 6 – Peça de madeira com união metálica em “C”. Fonte: Estuqui Filho (2006).



FIGURA 7 – Peça de madeira com união metálica em “S”. Fonte: Estuqui Filho (2006).



FIGURA 8 – Exemplo de instalação de parafuso ao longo da peça de madeira. Fonte: Estuqui Filho (2006).

Segundo Estuqui Filho (2006), esses elementos metálicos usados na reparação são calculados para uma determinada pressão de serviço entre a madeira e os parafusos, sendo importantes por protegem contra a penetração de água nas fendas expostas e, em caso de impactos, esses se concentram nos elementos isolados em vez de serem absorvidos pelo conjunto da obra.

QUADRO 6 - Descrição problema 05: peças de madeira com frestas.

Considerando que o tempo de vida útil de uma edificação é um fator de grande relevância nos aspectos relacionados ao conceito de sustentabilidade na construção civil, o quadro 7 apresenta a síntese dos aspectos positivos identificados nas residências avaliadas, visto serem detalhes construtivos de sucesso para a longevidade da edificação em madeira.



PONTOS POSITIVOS IDENTIFICADOS NAS RESIDÊNCIAS AVALIADAS

Espécie adequada ao uso (residências 01A, 02A, 03A, 01B, 02B e 03B)

A etapa de indicação do material a ser utilizado é de extrema importância para o correto desempenho da edificação, visto que esse deve satisfazer as condições estéticas e estruturais, de execução, de disponibilidade, de custo e de durabilidade natural em relação ao uso previsto (BENEVENTE, 1995).

Tratamento preservativo em autoclave (residências 01A, 02A, 03A, 01B, 02B e 03B)

As empresas analisadas utilizam o produto químico CCA e o sistema de tratamento em autoclave que, segundo Ino (1997) permite uma impregnação profunda da peça de madeira permeável e um maior controle do preservativo absorvido, proporcionando uma proteção mais eficaz e econômica em relação ao produto. Diante dos impactos ambientais diretos e indiretos causados pelo uso do CCA, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas a partir da utilização de recursos renováveis, de baixo impacto ambiental, de baixo consumo energético, e avaliando a possibilidade de fixação de carbono e a durabilidade dos produtos utilizados (STUMPP, 2007). Dentre os produtos testados o autor cita os óleos de mamona e os silicatos de potássio.

Ausência de peças de madeira em ambientes com possíveis fontes de calor (residências 01A, 01B e 03B)

O fato de não utilizar peças de madeira em ambientes com possíveis fontes de calor permite que a edificação aumente o fator de segurança em relação ao risco de incêndio e, na eventual ocorrência, que tenha uma maior possibilidade de controle da expansão do fogo.

Ausência de peças de madeira em ambientes úmidos (residências 01A, 02A, 03A e 02B)

Locais com umidade permanente, como os banheiros, facilitam o ataque da madeira por agentes degradadores, dessa forma, recomenda-se especial atenção nesses ambientes e o estudo de viabilidade de mescla de materiais – como a alvenaria, por exemplo – ao sistema de toras de madeira.

Afastamento das peças de madeira do solo (residências 01A, 02A, 03A, 01B, 02B e 03B)

É necessária a elaboração de detalhes construtivos que considerem os problemas patológicos do material utilizado oriundos das características do local, como a umidade do solo, a ação das chuvas, a eficiência do sistema de drenagem, etc. Para isso, sempre que possível deve-se adotar o afastamento da peça de madeira do contato com o solo, visto que essa é a mais tradicional e necessária medida para se impedir a ação capilar, ou seja, a transferência da água do local mais úmido para o mais seco (CRUZEIRO, 1998).

A figura 10 apresenta detalhes utilizados em algumas residências avaliadas. À esquerda a edificação está locada sobre uma caixa de bloco de concreto, a qual possibilita uma distância de aproximadamente 40 cm do solo; ao centro, exemplo de afastamento através da criação de um vigamento em pedra para posterior apoio das peças de madeira; e à direita o vigamento foi executado em concreto e revestido por cerâmica.



FIGURA 6 – Possíveis medidas construtivas para afastar as peças de madeira do solo.

Proteção das esquadrias (residência 02A)

As esquadrias são locais propícios ao acúmulo de água quando expostos à ação da chuva. Sendo assim, a sua proteção torna-se medida desejável para o bom desempenho do subsistema (fig. 11).



FIGURA 7 – Proteção das janelas com coberturas exclusivas.

Sistema de drenagem na cobertura (residências 01A, 02A e 02B)

A utilização de dispositivos para a captação da água de chuva, como calhas e rufos, auxilia no correto desempenho do subsistema (cobertura) e facilita a proteção das peças de madeira que o compõe em relação ao acúmulo de umidade (fig. 12).



FIGURA 8 – Sistema de drenagem de águas pluviais utilizados em algumas residências avaliadas.

QUADRO 7 – Resumo dos pontos positivos observados nas residências avaliadas.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que a pesquisa desenvolvida teve como objetivo principal avaliar os aspectos que interferem na durabilidade das construções em *log home*, a partir dos condicionantes disponíveis - ou seja, mesmo não sendo possível a realização de experimentos ou ensaios laboratoriais -, e identificar a possível contribuição da etapa de projeto na ampliação da longevidade da edificação. Tendo como principais instrumentos a observação sistematizada e a avaliação junto aos usuários e produtores, os resultados alcançados foram satisfatórios, sendo possível afirmar que o padrão tecnológico utilizado pelas empresas avaliadas é adequado, embora seja desejável que a escolha da espécie de eucalipto a ser utilizada seja mais criteriosa, assim como o aprimoramento nas soluções construtivas. Destaca-se que tais medidas podem contribuir não somente com o aumento da vida útil da edificação em madeira mas, também, na redução de impactos com a menor necessidade no uso de preservativos químicos.

Durante a avaliação dos dados coletados observou-se a inexistência de um detalhamento construtivo padrão, sendo realizado, pelas duas empresas, o desenvolvimento de projetos individuais que nem sempre contemplam as questões relacionadas à ampliação da vida útil ou a redução da necessidade de manutenção. Observa-se também que as propostas desenvolvidas como resultado da pesquisa só contribuirão significativamente no produto final – a casa - se as empresas e os profissionais da indústria madeireira otimizarem seus sistemas de produção, iniciando com a escolha de espécies adequadas, cuidados na derrubada e, por fim, no aprimoramento da etapa de projeto. É fundamental para a efetiva melhoria do sistema, que seja realizado o controle da qualidade durante a fase de construção, acompanhamento no uso e manutenção e, especialmente, no monitoramento dos resultados alcançados ao longo do tempo.

Cabe ressaltar que com o levantamento realizado, pode-se verificar que os dados disponíveis sobre as edificações em madeira no Espírito Santo são tímidas, se comparadas às construções em alvenaria ou em concreto, e que atualmente, o número de pesquisas em relação à construção em eucalipto aumentou, exigindo a organização das informações para o estabelecimento de um patamar inicial de dados visando promover e incentivar o desenvolvimento técnico nesse setor construtivo.

Observou-se também que a evolução das técnicas não está correlacionada à popularização do eucalipto como material construtivo sendo importante, ainda, um trabalho de divulgação sobre as vantagens no uso da madeira de reflorestamento, tanto pelos aspectos técnicos como, principalmente, pelo apelo ambiental inerente ao material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, E. S. *Diretrizes projetuais para edificações unifamiliares em toras de eucalipto no Espírito Santo*. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

ARAKAKI, E. M. *Avaliação de Durabilidade em sistema construtivo pré-fabricado com madeira de rejeito comercial*. 243 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia do Ambiente Construído, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo, São Carlos, 2000.

BENEVENTE, V. A. *Durabilidade em construção de madeira: uma questão de projeto*. 231 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

CAMPOS, J. A. O. de. *Método para avaliação da durabilidade e da reabilitação da madeira de estruturas em serviço*. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-Graduação na Área Interunidades, Faculdade de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.

CRUZEIRO, E. de C. *Produção e construção de casas de madeira de reflorestamento: sistema IF*. 283 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ESTUQUI FILHO, C. A. *A durabilidade da Madeira na arquitetura sob a ação dos fatores naturais: estudo de casos em Brasília*. 148 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

INO, A. Princípios básicos para garantir a durabilidade de uma construção em madeira. In: WORKSHOP



DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, São Leopoldo. *Anais...* Rio Grande do Sul, 1997. p. 1-8.

JANKOWSKY, I. P. *Prevenção e controle das rachaduras de topo em tora de eucalyptus grandis*. 1986. Disponível em: www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr33/cap05.pdf. Acesso em: 27 jul. 2009.

JOHN, V. M.; SATO, N. M. N. Durabilidade de componentes da construção. *Coletânea Habitar: Construção e Meio Ambiente*, v.7, p. 20-57.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 1991.

MAGALHÃES, A. M.; CHAHUD, E. Patologias em estruturas de madeira devido às ligações: um estudo de caso. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURA DE MADEIRA, 10., São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2006.

OLIVEIRA, C. F. de. *Autoconstrução em madeira*. 211 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

PARTEL, P. M. P. *Sistemas estruturais e construtivos utilizando madeira roliça de reflorestamento*. 166 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

PAOLIELLO, M. A. *Edificações pré-fabricadas em madeiras de plantios florestais: uma discussão sobre sustentabilidade como base para recomendações de projeto*. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

REVISTA DA MADEIRA. *Características intrínsecas da madeira*. 2001. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=4&subject=Caracter%C3%ADsticas&title=Caracter%C3%ADsticas%20Intr%C3%ADnsecas%20da%20Madeira. Acesso em: 27 jul. 2009.

SHIMBO, I.; INO, A. A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADE SUSTENTÁVEIS, 1., Canela. *Anais...* Rio Grande do Sul, 1997. p. 157-162.

STUMPP, E. *Tratamentos preservantes naturais de madeiras de florestas plantadas no Rio Grande do Sul para o controle do cupim-de-madeira seca – cryptotermes brevis*. 214 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à FAPES (Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia do Espírito Santo) pela concessão da bolsa de estudo; à arquiteta Elaudia Luzia Lima Dan e ao engenheiro Norman Ferreira dos Santos, que forneceram dados importantes para o desenvolvimento dessa pesquisa; à Companhia Vale do Rio Doce, e em especial ao Engenheiro Dr. Renato Moraes de Jesus; e à ARACRUZ Celulose pela disponibilidade de informações para o estudo.