

Building Design e Sustentabilidade: Valorização da Madeira de Eucalipto na Produção de Componentes Arquitetônicos no Vale do Jequitinhonha – MG

Building Design and Sustainability: Eucalyptus timber valorization in Architectural Components' Production at Vale do Jequitinhonha - MG

Pereira, Andréa Franco; PhD; Universidade Federal de Minas Gerais
andreafranco@ufmg.br

Souza, Roberta Vieira Gonçalves de; PhD; Universidade Federal de Minas Gerais
roberta@arq.ufmg.br

Pêgo, Kátia Andréa Carvalhaes; Mestranda; Universidade Federal de Minas Gerais
katiapego@gmail.com

Resumo

O artigo apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação de critérios de *building design* e de sustentabilidade no design de componentes arquitetônicos. Os produtos desenvolvidos são direcionados para o alcance de conforto ambiental acústico e térmico-luminoso nas edificações e resultam do Projeto ECOPOLO, cujo objetivo foi fornecer meios para a valorização e a diferenciação do pólo do Vale do Jequitinhonha-MG como centro de excelência na produção de objetos em eucalipto, i.e. madeira oriunda de florestas renováveis.

Palavras Chave: ecodesign, conforto ambiental, desenvolvimento sustentável

Abstract

This paper presents the results applying building design and sustainability criteria in the architectural components. These products search to achieve acoustic and thermal-lighting requirements in buildings, and proceed from ECOPOLO Project, which aim was provide ways to Vale do Jequitinhonha's pole valorisation and differentiation as an excellence eucalyptus' products manufacturing centre, i.e. by using timber from renewable woodlands.

Keywords: *ecodesign, environment comfort, sustainable development*

Anais do 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design

8 a 11 de outubro de 2008 São Paulo – SP Brasil ISBN 978-85-60186-03-7

©2008 Associação de Ensino e Pesquisa de Nível Superior de Design do Brasil (AEND|Brasil)

Reprodução permitida, para uso sem fins comerciais, desde que seja citada a fonte.

Este documento foi publicado exatamente como fornecido pelo(s) autor(es), o(s) qual(is) se responsabiliza(m) pela totalidade de seu conteúdo.

Introdução

A abordagem de integração entre as áreas do design, arquitetura e construção é recente e se manifesta em razão de novos paradigmas que buscam visões holísticas e sistêmicas. Sendo assim, o campo denominado *Building Design* torna-se uma das várias áreas de atuação do design. Admite-se a existência de um setor de atuação específico, que requer uma visão contemporânea e a aplicação de recursos metodológicos adequados a uma intervenção necessariamente integrada sobre a concepção de produtos, edifícios e cidades, sistemas visuais, espaços e equipamentos públicos, como também a sinalética urbana e a museografia. Inclui-se neste campo a atuação na concepção de mobiliário e equipamentos urbanos, arquitetura e objetos efêmeros, equipamentos de obra, componentes para construção, componentes arquitetônicos, sistemas bioclimáticos, bem como o seu desenvolvimento sob as abordagens de acessibilidade, usabilidade, conforto e prazer, identidade cultural e desenvolvimento sustentável.

Quanto a esse último aspecto, a questão ambiental deve ser considerada cada vez mais no design, previamente e de maneira estratégica. Nesse sentido, não é recente a disponibilidade de diversas ferramentas de ecodesign que têm como princípio a Análise de Ciclo de Vida (ISO 14040). Em arquitetura e construção, no entanto, é ainda incipiente o emprego de métodos que levem em conta a redução de impactos provocados. Na medida que o impacto ambiental dos edifícios se torna mais evidente, um campo crescente denominado “projeto sustentável” vem liderando as mudanças necessárias na prática da arquitetura.

Por outro lado, tem-se o uso da madeira de eucalipto, baseado no argumento ecológico de utilização das florestas renováveis, que vem sendo empregada nas indústrias do Pólo do Vale do Jequitinhonha-MG, desde a sua implantação. Nos últimos cinco anos, nossa equipe desenvolve projetos de pesquisa em alguns municípios da região, objetivando a redução do comprometimento ambiental decorrente das atividades produtivas, a otimização de processos e a melhoria da qualidade de produtos, através da implantação de metodologias de design e de processos de certificação.

A busca pela introdução de novas abordagens, ampliando a atuação do design e gerando novas soluções projetuais, nos levou a proposição do *Projeto ECOPOLO – Sustentabilidade para o pólo moveleiro do Vale do Jequitinhonha: diversificação e valorização do uso da madeira de eucalipto através do design de componentes arquitetônicos e da certificação de produtos madeireiros* (FAPEMIG/ UFMG), visando a adoção de princípios de building design e de sustentabilidade.

O objetivo primordial do Projeto ECOPOLO foi o de diversificar a produção local, criando meios que venham permitir a valorização e a diferenciação do Pólo Industrial do Vale do Jequitinhonha como centro de excelência na produção de objetos em madeira de eucalipto – mais que um centro produtor de móveis, uma vez conhecida a dificuldade competitiva enfrentada por essas fábricas junto ao mercado moveleiro.

Building Design: Interação entre Design, Arquitetura e Engenharia

A interseção entre arquitetura e design ocorre em vários níveis. Na verdade, mais que um cruzamento, os conhecimentos se complementam. Essa complementaridade decorre do caráter projetual apresentado pelas áreas, da preocupação com o usuário (consideração do motivo humano na produção e na tecnologia) e do aspecto industrial adquirido pelas

intervenções arquitetônicas. Some-se a isto a interligação com a engenharia, buscando trabalhá-la de maneira interdisciplinar.

Esta visão integrada pressupõe que edifícios, cidades, sinais e objetos se intercedem e interagem fazendo parte de um todo. Cabe aqui um discurso sobre a interferência do espaço urbano, seus objetos e imagens, na vida cotidiana, além de uma reflexão sobre questões atuais como o design para acessibilidade, a quebra das barreiras arquitetônicas, a interferência de ambientes materiais e imateriais, a dicotomia entre os espaços/construções permanentes e aqueles efêmeros, definidos não apenas pelo aspecto provisório, facilidade de montagem e mobilidade da matéria (como construções transitórias usadas em eventos específicos, culturais e de lazer, utilizadas em ocasiões de emergência etc.), mas também pela interferência de realidades virtuais (GRUNOW, 2004), o uso de imagens e sons.

Segundo Miriam Fitzpatrick (2008), building design é ao mesmo tempo produto e processo. Como produto, building design é um campo que abrange desde o espaço público até o privado – de hotéis a escritórios, de hospitais a residências. Como um processo, ou serviço, é um meio pelo qual os designers podem manipular espaços e edifícios a fim de responder às necessidades dos clientes.

A idéia de interação entre construção, concepção de espaços, serviços, objetos, comunicação visual e sons torna-se desta forma uma consequência das atuais características da sociedade, na qual a busca pela inclusão, ao mesmo tempo em que garante o acesso, preserva os direitos individuais básicos, levando à necessidade de projetos que atendam a faixas cada vez mais amplas da população, a partir da visão de que não existem pessoas “normais”, ou seja, todos possuem graus distintos de limitação, o que inclui crianças, idosos, pessoas com necessidades especiais e, também, aqueles em ambientes culturalmente estranhos como, por exemplo, estrangeiros.

Esta abordagem, que apresenta uma visão integrada de concepção de espaços, signos gráficos e objetos, é particularmente relevante em países como o Brasil, que possuem diferenças regionais importantes, seja em termos dimensionais (da população), como culturais, sociais, de acesso à tecnologia etc. Neste caso, a produção de equipamentos e espaços que possibilitem um real acesso do indivíduo ao convívio social representa um efetivo apoio à inclusão, não somente econômica, mas cultural e, em última análise, espacial. Para que esta inclusão seja adequada, entretanto, faz-se necessária uma prática projetual abrangente, integrada, compreendendo áreas limítrofes de conhecimentos como arquitetura, design de produtos, sistemas de programação visual e soluções técnicas de engenharia.

A interação entre design, arquitetura e engenharia vem sendo realizada na UFMG em pesquisas desenvolvidas no LADE – Laboratório de Estudos Integrados em Arquitetura, Design e Estruturas. Busca-se a realização de estudos relativos à interseção entre arquitetura e design, com o objetivo de identificar novos produtos a serem projetados, ou inadequações para o re-design, integrando conhecimentos aprofundados relativos às duas áreas, assim como à engenharia de estruturas. Algumas possibilidades para building design, definidas em uma sessão de brainstorming (ITOKAWA e PEREIRA, 2005), podem ser descritas em:

- Mobiliário e Equipamentos Urbanos: Ponto de ônibus, banca de jornal, poste, camelô, quiosque, protetor de árvores e canteiros, luminária urbana, lixeira, cobertura (rua 24 horas), banco, brinquedos, *playground*, cabine telefônica, bebedouro, caixa de correio, arquibancada, palco, teatro de arena, bueiro, boca-de-lobo, sinalização, parquímetro, defensores/proteção de pedestres, equipamentos de exercício físico, catraca, jogos, espreguiçadeira, fachada de lojas (placa/publicidade), *outdoor*;
- Arquitetura e Objetos Efêmeros: Sanitário público, tenda, palco, barraca, camelô, coberturas, arquibancada, teatro de arena;

- Equipamentos de Obra: Forma de concretagem, maquinário, ferramentas, balde, carrinho-de-mão, caçamba, monta-carga, escorregador de entulho, andaime, EPI, escora para laje, tela de proteção;
- Componentes para Construção: Tubulações, esquadrias, guarda-corpo, escada, equipamentos de banheiro (louças, acessórios e acessibilidade), luminária, maçaneta, dobradiça, interruptor, rodapé, sistema para embutir fios, cerâmicas e revestimentos, forro, divisórias, pré-moldados, telha e tijolo, calhas, gárgulas, caixa d'água, brise, elevador;
- Sistemas Bioclimáticos: Aquecimento solar, captação e reaproveitamento de água de chuva, sistema de ventilação e iluminação natural, brise-soleil;
- Auto-serviços: Caixa eletrônico, máquina de refrigerante, coleta seletiva, venda de bilhete metrô, venda de jornal.

De acordo com o *Whole Building Design Guide*, o objetivo do building design é a busca por uma edificação de alta performance, compreendendo-a como um sistema interdependente que prevê a qualidade da ocupação pelos usuários, flexibilidade de uso, eficiência, prevenção de impactos ambientais, produtividade e custo de construção. (<http://www.wbdg.org/>). Esses objetivos podem ser descritos nos seguintes pontos:

- acessibilidade: previsão de alturas e desobstruções para necessidades especiais ou pessoas com deficiência, levando em conta acesso igualitário e planejamento de flexibilidade de uso;
- estética: previsão do aspecto físico do edifício, dos equipamentos e dos espaços de maneira integrada com os processos, produtos e equipamentos de design;
- custo efetivo: previsão do custo no ciclo de vida, análise econômica e a consideração de valores não-monetários tais como históricos, preservação, segurança;
- operacionalidade: previsão da programação funcional em termos das necessidades e exigências do espaço, bem como a durabilidade e eficiência de manutenção;
- preservação/patrimônio: previsão das ações específicas necessárias a um sítio histórico ou edificações de referência para o patrimônio;
- produtividade: previsão do bem-estar do usuário em termos de conforto físico e psicológico, incluindo elementos como distribuição de ar, iluminação, áreas de trabalho, sistemas tecnológicos;
- proteção/segurança: previsão da proteção dos usuários contra invasores e intempéries naturais;
- sustentabilidade: previsão quanto à performance ambiental, componentes arquitetônicos e estratégias adotadas tais como: otimização do potencial produtivo local, minimização do consumo de energia, preservação e conservação da água, uso de materiais e produtos sustentáveis, aumento da qualidade do conforto ambiental, otimização operacional e de manutenção.

Desenvolvimento Sustentável

A noção de *Desenvolvimento Sustentável* foi definida durante a 2ª Conferência das Nações Unidas, a ECO'92, no Rio de Janeiro em 1992 (PNUE, 92).

Os fundamentos norteadores da *sustentabilidade* foram detalhados na “Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” cujas principais premissas são:

- buscar o equilíbrio entre fatores ecológicos, econômicos e sociais;
- preservar o meio ambiente e os recursos naturais para as gerações futuras;
- definir metas para implantação do desenvolvimento sustentável: Agenda 21;
- agir sob o Princípio da Precaução.

Sustentabilidade Ecológica e Valorização da Madeira de Eucalipto

A ampliação da difusão das informações sobre os variados tipos de madeira possíveis de serem usados, favorece a prática do manejo sustentável enquanto ajuda a evitar o desmatamento florestal abusivo e seletivo conduzido pela busca de espécies mais conhecidas e valorizadas no mercado.

Sob o pretexto do desconhecimento, prevalece o uso de um número reduzido de espécies. Entretanto, essa tendência à uniformidade é um fator limitador do desenvolvimento do manejo florestal sustentável em florestas nativas, nas quais a diversidade de espécies é uma característica intrínseca.

Contribui para essa tendência à uniformidade não só o seu desconhecimento por parte do consumidor final, mas, também, de parte dos designers, arquitetos, decoradores, projetistas e até mesmo marceneiros. Falta uma melhor divulgação das informações sobre as qualidades das diversas espécies de madeiras nativas, mas também cultivadas, apropriadas para uso na fabricação de produtos, como é o caso do eucalipto (*Eucalyptus* spp.) que, durante muito tempo foi, e ainda é, alvo de preconceitos.

A madeira é em si uma matéria-prima renovável. Certamente, algumas espécies se renovam de forma mais lenta, como é o caso da maioria das árvores tropicais nativas do Brasil. Outras apresentam uma dinâmica de renovação mais rápida, como é o caso do eucalipto, por esta razão, usados largamente em sistema de cultivo.

O eucalipto consome menos energia para transformação em relação a outras madeiras e possui grande resistência mecânica comparada à sua baixa densidade (IPT, 2001). No caso de sua utilização na indústria do Vale do Jequitinhonha, possibilita ainda a valorização econômica da matéria-prima e da região, já que este pólo é o único a trabalhar exclusivamente com madeira maciça de eucalipto.

Sustentabilidade Social e Econômica no Vale do Jequitinhonha

A atividade florestal no Vale do Jequitinhonha apresenta recente vocação moveleira, compreendendo alguns municípios da região. As empresas são predominantemente marcenarias de micro porte, fundadas, na maioria dos casos, na década de 90.

De acordo o Índice de Exclusão Social é clara a situação a que estão submetidas as populações dos municípios que compreendem o Pólo do Vale do Jequitinhonha (SAFFAR et al., 2004). Isto é demonstrado num quadro de desigualdade social, e “desigualdade produtiva” (PEREIRA, 2005). A verificação da insuficiência de informações detidas pelos empresários colocava em evidência as dificuldades enfrentadas para a inserção do design, prática que requer padrões mínimos de sistematização e organização.

Para suprir essas dificuldades, ações foram implantadas com sucesso em busca da melhoria das condições de produção local, agregando valor aos produtos moveleiros fabricados.

Entretanto, o potencial competitivo dessas fábricas ainda se faz muito reduzido face aos padrões de fabricação de outros pólos moveleiros, cuja produção se baseia em alto nível de produtividade, empregando matéria-prima industrializada (painéis de madeira e outros) e equipamentos automatizados.

Neste sentido, além do incremento de esforços para a produção moveleira, deve haver outras opções para o desenvolvimento da atividade madeireira e da produção de produtos de madeira maciça de eucalipto. Faz-se necessária a implantação de nova estratégia a fim de diversificar a produção local, criando meios que permitam a valorização e a diferenciação do

Pólo Industrial do Vale do Jequitinhonha como Centro de Excelência na Produção de Objetos em Madeira de Eucalipto, mais que um centro produtor de móveis.

A diversificação da produção local pode, então, garantir novos mercados, ampliando o uso de madeira de eucalipto e de novos produtos madeireiros passíveis de serem certificados (SAFFAR et al., 2004).

Nesta perspectiva e sob critérios de ecodesign empregando como matéria-prima principal a madeira de eucalipto, foram desenvolvidos quatro produtos para controle térmico-luminoso e acústico, visando o alcance do edifício sustentável.

Sustentabilidade para o Edifício

O movimento em direção a princípios de projeto arquitetônico mais ecológico é baseado no crescente entendimento que a prática tradicional de desenvolvimento não é sustentável.

Um décimo da economia global é dedicada às edificações para a construção, operação e equipamento do ambiente construído. Os edifícios consomem aproximadamente 50% recursos mundiais, 45% da energia para sua operação, 5% energia para sua construção, 40% da água, 60% da terra cultivável, 70% da madeira (EDWARDS, 2004).

O projeto sustentável é a prática de se criar modelos de edificação mais saudáveis que usem fontes renováveis na construção, renovação, operação, manutenção e demolição (<http://www.ofee.gov/sb/sb.htm>).

Sob a perspectiva econômica, nos últimos 40 anos as preocupações têm sido guiadas pela ótica da redução dos gastos de energia numa abordagem de busca pela “eficiência energética”.

Em teoria a energia renovável pode satisfazer as necessidades da humanidade – o sol proporciona um fluxo de energia muito maior que o consumo humano. O problema está em como usar esta energia. O princípio da energia renovável implica em integrar as fontes de energia disponíveis e o seu método de exploração nas primeiras etapas de projeto.

Na escala do edifício, e sob uma ótica sustentável, pode-se dizer que a abordagem da eficiência energética do ponto de vista do usuário se traduz em conforto ambiental. Portanto os edifícios devem ser confortáveis (quantitativa e qualitativamente) e, ao mesmo tempo, eficientes (sustentáveis).

No entanto, percebe-se a ausência de linhas de produtos para aplicação em projetos de tratamentos térmicos, luminoso-visual e acústico, com um mínimo grau de padronização, disponibilizados para arquitetos e para a construção civil.

Por outro lado, fomentar o aumento do uso da madeira oriunda de florestas renováveis na construção civil, constitui numa prática sustentável e está de acordo com os pressupostos definidos na Conferência Rio’92. Para a maioria dos governos europeus a luta contra o efeito estufa, por exemplo, é indissociável do desenvolvimento do uso de madeira na construção civil.

Metodologia – Projeto Ecopolo

A aplicação dos princípios de building design, levando-se em conta critérios de sustentabilidade foi possível através da pesquisa desenvolvida entre 2006 e 2008, no âmbito do *Projeto ECOPOLO – Sustentabilidade para o pólo moveleiro do Vale do Jequitinhonha: diversificação e valorização do uso da madeira de eucalipto através do design de componentes arquitetônicos e da certificação de produtos madeireiros*, coordenado pelo

Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da UFMG e financiado pela FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais.

O Projeto ECOPOLO foi conduzido a partir de uma metodologia orientada sob a noção de *design integrado*, na qual prevalece a idéia de “equipe de projeto”, favorecendo o aumento da capacidade criativa.

Sob esta abordagem foram absorvidos conhecimentos oriundos da área de arquitetura, quanto aos conceitos relativos ao conforto ambiental em seus aspectos térmico, luminoso-visual e acústico. Da área de engenharia de estruturas foram obtidas informações sobre propriedades físicas e mecânicas da madeira de eucalipto, assim como referências normativas para procedimentos de ensaios laboratoriais visando a verificação da conformidade da matéria-prima, em relação à umidade, densidade e compressão. Da área do design vieram informações sobre as funções de uso e estima dos produtos, os valores simbólicos trabalhados e a busca pela criação de uma identidade dos produtos, além dos conhecimentos sobre processos produtivos e informações de mercado.

A metodologia adotada é composta de duas etapas: 1) desenvolvimento de produtos e 2) análises laboratoriais (em finalização).

Resultados: Componentes Arquitetônicos

Foram desenvolvidos componentes arquitetônicos:

- um para controle térmico-luminoso (Figura 1)
- e três para controle acústico (Figura 2, 4, 5 e 6)

Os componentes arquitetônicos foram desenvolvidos a partir do seguinte conceito:

- Produtos: padronização comercial; modularidade; facilidade de instalação, uso e manutenção; flexibilidade; utilização de matéria-prima renovável e/ou natural; utilização de produtos de acabamento à base d'água: isolante, verniz e *stain* (produto com ação fungicida e inseticida, repelente a água, com filtro solar, que penetra na madeira, realça os veios e oferece maior durabilidade e proteção às madeiras em geral de uso externo); produção sob critérios de sustentabilidade;
- Público alvo: arquitetos que buscam atender necessidades de conforto ambiental nas edificações; que valorizam o uso da madeira e critérios de sustentabilidade; buscam produtos comerciais;
- Identidade: exploração de linhas horizontais e verticais; evitar curvas sinuosas e quinas vivas; encaixes simples; contraste da própria madeira; possibilidade de madeira natural ou tingida;
- Produção: facilidade de produção; construção de gabaritos para fabricação e montagem.

O Brise-soleil (Figura 1) é um componente arquitetônico para conforto ambiental, no quesito controle térmico e entrada de sol em ambientes construídos. Constitui-se de um módulo de madeira de eucalipto, denominado “aleta”, que possui duas faces: 1) prancha lisa e 2) madeira laminada colada, compondo um desenho característico e ao mesmo tempo garantindo a não deformidade da aleta. Esta será fixada no marco através de dobradiças para permitir sua movimentação, que é realizada através de uma peça metálica, em posições pré-

determinadas que freiam uma esfera metálica incrustada na sua base, fixando-se em uma das seis possibilidades de ângulos de abertura, mesmo sob efeito de lufadas de vento (Figura 1c). A barra de articulação, alocada na parte anterior da aleta, permite sua movimentação separadamente ou em conjunto (Figura 1c). O Brise-soleil é aplicado em fachadas de edificações na posição vertical em comprimentos variáveis (de 200 em 2000 mm), através da fixação de vários módulos em intervalos iguais.

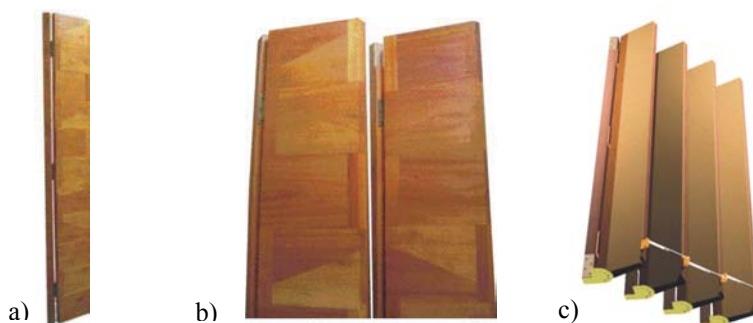


Figura 1: Brise-soleil (número de depósito: patente PIND198; desenho industrial: DI6702104-2): a) unidade; b) detalhe de duas aletas; c) imagem virtual da montagem de quatro aletas.

O Absorvedor Sonoro (Figura 2) é um componente arquitetônico para conforto ambiental, no quesito controle acústico em ambientes construídos. Composto por ressonadores formando um “tecido de madeira” em eucalipto, transpassados por corda de sisal e espaçados por arruelas de cortiça, de maneira a formar uma onda com uma parte curva e outra parte reta. O “tecido de madeira” no formato proposto permite a formação de um “colchão” de ar, que garante a absorção do som majorando o conforto ambiental (Figura 2b). O fechamento lateral é formado por uma moldura em madeira curva coberta por um trançado de palha de *cambaúba* (Figura 3) confeccionado por mulheres da cidade de Turmalina/MG. Os módulos são fixados à parede, através do sistema de cunha (dependurados à semelhança da fixação de quadros de pintura), podendo ser arranjados conforme o espaço do ambiente em salas de aula (Figura 2c), salões de festas, *home theatre*, escritórios, auditórios, teatros etc. O Absorvedor Sonoro possibilita uma gama de opções de efeitos visuais, visto que o módulo pode ser aplicado nas quatro faces. A partir da quantidade de absorção necessária indicada pelos cálculos acústicos de cada ambiente, pode-se especificar a quantidade de módulos a serem aplicados.

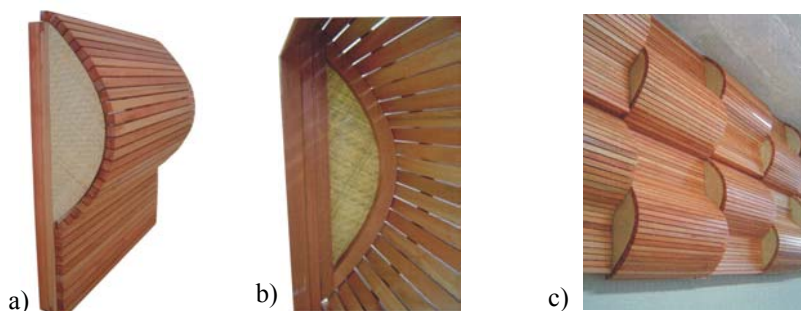


Figura 2: Absorvedor Sonoro (número de depósito: patente PIND197; desenho industrial: DI6702102-6): a) unidade; b) detalhe interno; c) instalação em sala de aula na Escola de Arquitetura / UFMG.



Figura 3: Trançado de palha de cambaúba.

O Difusor Sonoro Cubo (Figura 4) é um componente arquitetônico para conforto ambiental, no quesito acústico em ambientes construídos. É produzido em madeira de eucalipto composto pelas seguintes peças: base na forma de moldura com arestas chanfradas, que se apóiam em uma cunha aparafusada à parede previamente (assim como o Absorvedor Sonoro), um painel para apoio dos cubos, cubos chanfrados e cubos chanfrados com placa no topo. A variedade dos ângulos e profundidades formados pelos cubos em posições particulares proporciona a difusão das ondas sonoras e conseqüentemente do controle acústico dos ambientes. Este produto difunde o som de maneira omnidirecional, ou seja, em diversas direções, nas frequências de 598 Hz e 817 Hz. Este Difusor permite sua aplicação em ambientes comerciais (Figura 5) e residenciais com dimensões variadas, pois é fornecido como produto comercial e padronizado. Seu arranjo é tão variável e flexível quanto ao do Absorvedor Sonoro.

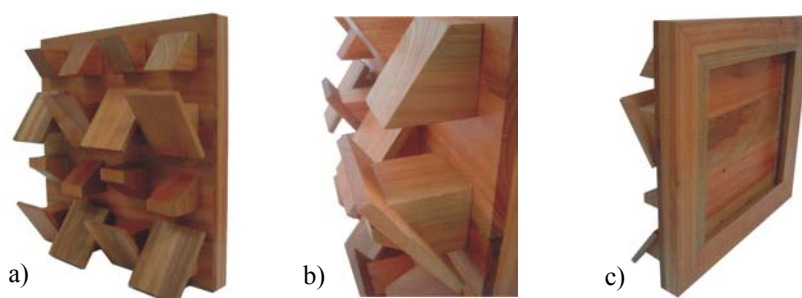


Figura 4: Difusor Sonoro Cubo (número de depósito: patente PIND199; desenho industrial: DI6702103-4): a) unidade; b) detalhe; c) parte posterior.



Figura 5: Instalação dos Difusores Sonoros Cubo e Paralelepípedo na Escola de Arquitetura / UFMG.

O Difusor Sonoro Paralelepípedo (Figura 6) se diferencia do anterior pelo desenho do cubo, que se estende, formando um paralelepípedo, e pelo seu funcionamento, que difunde o

som nos planos vertical e horizontal, dependendo do posicionamento, nas frequências de 598 Hz e 817 Hz.

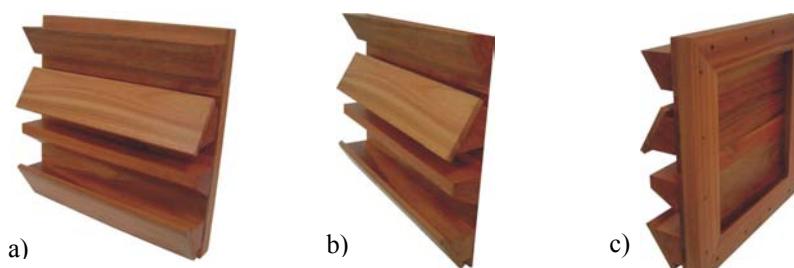


Figura 6 – Difusor Sonoro Paralelepípedo (número de depósito: patente PIND199; desenho industrial: DI6702101-8): a) unidade; b) detalhe; c) parte posterior.

Os protótipos estão sendo submetidos a ensaios laboratoriais de acordo com as características de cada produto e especificidade dos trabalhos dos três laboratórios envolvidos:

LADE – Laboratório de Estudos Integrados em Arquitetura, Design e Estruturas: ensaios ergonômicos baseados em testes de usabilidade para verificação da percepção de conforto, prazer e apropriação do usuário em relação ao produto;

LABCON – Laboratório de Conforto Ambiental: ensaios de verificação do desempenho quanto ao conforto ambiental relativo à iluminação e controle da incidência de luz, performance de difusão e absorção de som;

LACMO – Laboratório de Avaliação da Conformidade de Móveis: ensaios físicos (umidade e densidade) e mecânicos (compressão).

Conclusão

Esta pesquisa, empregando princípios de building design e de sustentabilidade, permitiu a diversificação da oferta de produtos das empresas do Vale do Jequitinhonha, contribuindo para o aumento de competitividade em nível nacional e até mesmo internacional.

Assim sendo, o fortalecimento das empresas como bloco de referência na fabricação sustentável de produtos de madeira de eucalipto vem se materializando, além de configurar-se como caminho coerente em busca da efetivação da produção sustentável e do edifício sustentável.

O Projeto Ecopolo tem a ambição de ser o início de novos projetos que incluam: estímulo ao uso de madeira certificada, ao reaproveitamento do resíduo e à melhoria das instalações industriais visando cumprimento de regulamentações ambientais, tais como as referentes às cabines de pintura (Deliberação Normativa COPAM nº. 74, de 09 de setembro de 2004).

Referências

BDMG. **Minas Gerais do Século XXI**. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais. Belo Horizonte: Rona Editora, 2002 (volumes VI, VII e Especial).

EDWARDS, Brian. **Guia básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Editora Gustavo Gilli, 2004. 121 p.

FITZPATRICK, Miriam. **An Introduction to Building Design**. Disponível em: <<http://www.designcouncil.org.uk/en/About-Design/Design-Disciplines/Building-design/>>, Acesso em: março de 2008.

GREENBUILDING <http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/Design/>

GRUNOW, Evelise. **Design/arquitetura efêmera**. Disponível em: ARCOweb - revista PROJETO DESIGN.htm. Publicada originalmente em PROJETODESIGN, Edição 297, novembro de 2004.

IPT. **Madeiras para Móveis e Construção Civil**. Edição CD-R. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2001.

ITOKAWA, U. M. J.; PEREIRA, A. F. Concepção de produto em arquitetura & design através de um estudo prospectivo. In: **ENTAU - IV Encontro de Produção Estudantil do Departamento de Tecnologia da Escola de Arquitetura/UFMG**, 2005, Belo Horizonte. Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo/UFMG, 2005.

KOSKELA, Lauri; HUOVILA, Pekka; LEINONEN, Jarkko. Design Management in Building Construction: From Theory to Practice. In: **Journal of Construction Research**, World Scientific Publishing Company, Vol. 3, No. 1 (2002) 1-16.

PEREIRA, A. F. . ECODESIGN: a nova ordem da indústria moveleira - desafios e limites de projeto. In: **III MADETEC - Seminário de Produtos Sólidos de Madeira e Tecnologias Emergentes para a Indústria Moveleira**, 2005, 28 a 30 de setembro, Vitória. Anais III MADETEC, 2005.

PEREIRA, A. F.; *et al.* Uso do Eucalipto na Indústria Moveleira: agregação de Valor sobre a Ótica da Sustentabilidade no Vale do Jequitinhonha. In: **8º Congresso Florestal Brasileiro**, 2003, São Paulo.

PNUE. **Declaration of The United Nations Conference on Environment and Development. Rio de Janeiro**, junho, 1992. Disponível em: <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163>>. Acesso em: 13 Fev. 2008.

SAFFAR, J. M. E.; *et al.* Inclusão Social pela Certificação de Produtos: Estruturação da Fundação Instituto Xilon. In: **Congresso da Associação Brasileira das Instituições de Pesquisas Tecnológicas – ABIPTI: Tecnologias para inclusão social: o papel dos sistemas de ciência, tecnologia e inovação**. Subtema 12 – Impacto de Resultados de P&D na Melhoria da Qualidade de Vida da População, 2004, Belo Horizonte.

WBDG - **Whole Building Design Guide**: <http://www.wbdg.org/>.