

PROJETO ECOPOLO: DESIGN DE COMPONENTES ARQUITETÔNICOS VISANDO A SUSTENTABILIDADE NOS EDIFÍCIOS E NO VALE DO JEQUITINHONHA**Andréa F. Pereira (1); Roberta V. G. de Souza (2); Kátia A. C. Pêgo (3)**

- (1) Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo – Escola de Arquitetura – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: andreafranco@ufmg.br
(2) Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo – Escola de Arquitetura – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: roberta@arq.ufmg.br
(3) Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo – Escola de Arquitetura – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: katiapego@gmail.com

RESUMO

Proposta: O artigo apresenta os resultados parciais obtidos com a execução do Projeto de Pesquisa 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*, cujos principais objetivos são o de fornecer meios para que o incipiente pólo moveleiro do Vale possa se tornar um centro de excelência na produção, não somente de móveis, mas de diversos produtos em madeira de eucalipto, e estimular a efetivação da Produção Sustentável e do Edifício Sustentável. Para tanto, foram desenvolvidos os componentes arquitetônicos: Difusor Sonoro, Absorvedor Sonoro e Brise-Soleil. **Método de pesquisa / Abordagens:** O emprego de madeira de eucalipto nas fábricas do Vale é baseado no argumento ecológico de utilização de florestas renováveis. Por intermédio da integração dos métodos de design e dos conhecimentos de conforto ambiental, buscou-se diversificar a produção local e atender à demanda do mercado, carente de produtos comerciais que visem a eficiência energética e o conforto ambiental das edificações. **Resultados:** Os resultados obtidos permitirão fortalecer as empresas do Vale do Jequitinhonha como bloco de referência na fabricação sustentável de produtos de madeira maciça de eucalipto e abastecer o mercado da construção civil com componentes arquitetônicos comerciais. **Contribuição da pesquisa / Originalidade:** Integração entre arquitetura e design no desenvolvimento de novos produtos sustentáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; edifício sustentável; floresta renovável.

ABSTRACT

Propose: The article presents the partial results obtained with the undertaken of the Research Project ECOPOLO – *Sustainability at Furniture Pole in Vale do Jequitinhonha: Diversification and Valorization of Eucalyptus Wood usage through Design of Architectural Components and through Certification of Wooden Products*, which mainly aims to support the furniture pole in Vale in order to become a center of excellence of manufacturing not only furniture, but also other products made in eucalyptus, stimulating the establishment of the Sustainable Production and Sustainable Building concepts. In order to achieve that, architectural components were developed: Resonant Scatter, Resonant Absorber and Brise-Soleil. **Search Methods / Approach:** The adoption of eucalyptus in Vale industry is based on the ecological issues through renewable woodland management. By means of the combination of design methods and knowledge on environmental comfort, the objective was to diversify local production according to market demand, constituted by a lack of commercial products focusing on energy efficiency and also on environment comfort of the buildings. **Findings:** The results will provide strength and recognition to the manufacturers from Vale do Jequitinhonha as a reference in sustainable manufacturing of solid wood products from eucalyptus and being able to supply the construction market with commercial architectural components. **Originality / value:** Integration between architecture and design in the development of new sustainable products.

Key words: sustainability; sustainability building; renewable woodland.

1 INTRODUÇÃO

Desde 2003 projetos de pesquisa vêm sendo realizados junto às indústrias moveleiras no Vale do Jequitinhonha-MG, procurando incrementar a competitividade das empresas por meio da redução do comprometimento ambiental decorrente das atividades produtivas, da otimização de processos e da melhoria da qualidade de produtos, através da implantação de metodologias de design e de processos de certificação.

Dando continuidade aos trabalhos, a ação em andamento referente ao texto aqui apresentado, constitui no aprimoramento em design, visando a diversificação da produção das empresas moveleiras de Turmalina-MG, para alcançar a ampliação do uso de madeira de eucalipto e da inserção no mercado consumidor.

A produção local é caracterizada pela valorização do eucalipto como fator de aumento de competitividade, baseado no argumento ecológico de utilização das florestas renováveis. Apesar da melhoria adquirida no produto e produção local por intermédio da execução de projetos anteriores¹, 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.

A idéia aqui apresentada é, justamente, a de fornecer meios que permitam a valorização e a diferenciação do pólo como centro de excelência na produção de objetos em madeira de eucalipto, mais que um centro produtor de móveis, adotando o argumento da sustentabilidade através da valorização do uso da madeira de eucalipto e da criação de uma identidade própria. A diversificação da produção local em novos produtos, tais como componentes arquitetônicos, além de garantir novos mercados, permitirá a ampliação de novos produtos madeireiros passíveis de serem certificados (SAFFAR et al., 2004).

O presente artigo apresenta os resultados parciais obtidos no desenvolvimento do Projeto de Pesquisa 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 / EA - UFMG).

2 OBJETIVO

Dentre os objetivos do Projeto ECOPOLO, destaca-se: a diversificação da produção local através do design de componentes arquitetônicos; o desenvolvimento e produção de componentes de arquitetura visando o conforto ambiental das edificações; evidenciar a qualidade e nobreza do eucalipto em novas possibilidades de aplicação; viabilizar a sustentabilidade da produção arquitetônica; contribuir para a concretização do “edifício sustentável” através da utilização de madeira procedente de florestas renováveis; aprimorar os testes e ensaios laboratoriais e incrementar a abordagem interdisciplinar entre os laboratórios participantes do Projeto: Laboratório de Estudos Integrados em Arquitetura, Design e Estruturas (LADE), Laboratório de Conforto Ambiental (LABCON) e Laboratório de Avaliação da Conformidade de Móveis da Universidade Federal de Minas Gerais (LACMO).

¹ Projeto HAVALOR – Mecanismos para o Desenvolvimento de Produtos Madeireiros de Alto Valor Agregado – (FINEP-CNPq/UEMG/CETEC/RMMG/SECTES/SINDIMOV), cujo objetivo foi a construção de uma estratégia de desenvolvimento local que contemplava a melhoria do mobiliário fabricado no pólo moveleiro do Vale do Jequitinhonha-MG, por meio da atualização do conhecimento dos empresários e empregados, da otimização do uso dos materiais e da adequação dos produtos fabricados às exigências normativas e de conformidade. Três móveis foram desenvolvidos, servindo não como fim, mas como meio de transferência de conhecimento e agregação de valor aos produtos. Projeto “Coleção Móvel do Jequitinhonha”, financiado pelo programa Via-Design do SEBRAE-MG, através do qual foram desenvolvidos 16 novos produtos atendendo à demanda dos empresários.

3 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.

4 SUSTENTABILIDADE NOS EDIFÍCIOS

A construção e a operação de edifícios requer enormes quantidades de energia, água e materiais e cria uma grande quantidade de resíduos. Onde e como eles são construídos afeta o ecossistema de diversas maneiras. Os próprios edifícios criam novos ambientes que possuem problemas ambientais e desafios. À medida que o impacto ambiental dos edifícios se torna mais e mais evidente, um campo crescente chamado “projeto sustentável” está liderando as mudanças necessárias para a redução deste impacto. 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 do desenvolvimento sustentável, espera-se que a sociedade industrial não se reduza a um crescimento quantitativo, mas que seja levada em conta a qualidade da relação entre as atividades humanas e o meio natural, assim como com os valores sócio-culturais.

De acordo com o Handbook da AIA, American Institute of Architects... “a sustentabilidade se refere à habilidade de uma sociedade, ecossistema ou qualquer sistema operante de continuar funcionando em um futuro indefinido... Para a arquitetura, esta afirmação significa projetos que geram edifícios e comunidades que criam impactos menores enquanto propiciam um ambiente saudável, produtivo, comunitário e com qualidade de vida.” Tal afirmação sugere que a sustentabilidade não está limitada aos impactos no meio ambiente, mas diz respeito também às pessoas e à comunidade (<http://www.aia.org/>).

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. Costuma-se dizer que 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).

Sustentabilidade na construção implica em uma abordagem de ciclo de vida, ou seja, a consideração de todas as etapas envolvidas na produção, desde a aquisição de matéria-prima até ao pós-uso e processos de reciclagem: princípios ecológicos no uso de energia e dos recursos naturais renováveis ou não-renováveis; uso eficiente de recursos no ciclo de vida incluindo a gestão do resíduo na obra (SINDUSCON, 2005); qualidade de vida ligada ao conforto ambiental, à usabilidade, à apropriação.

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. Frequentemente, contudo, a energia renovável só é considerada quando as decisões chave que afetam o seu aproveitamento já foram tomadas.

Contudo, o projeto responsável, do ponto de vista energético, por si só tem pouco valor. Através de edifícios sustentáveis se terá o desenvolvimento de práticas sustentáveis urbanas (EDWARDS, 2004). O projeto de habitações sustentáveis transcende a mera organização de seus atributos físicos. Só poderá ser considerado um êxito, se levar à prosperidade econômica e coesão social, proporcionar segurança, promover o bem estar social e melhorar a saúde individual, local e globalmente. Tudo isto, junto com a economia de energia, faz com que a habitação sustentável seja uma das tarefas mais complexas que um arquiteto enfrenta, pois associa os aspectos físico, social e cultural em um único programa (EDWARDS, 2004). A questão energética perdeu sua supremacia e passou a ser um elemento a mais, no amplo marco do desenvolvimento sustentável. Outras questões como saúde, estresse e produtividade despontam como configuradores do projeto ambiental.

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).

Edifícios que requerem tecnologias “limpas” devem causar o desenvolvimento deste tipo de indústria, estimulando a gestão sustentável da construção, como também dinamizando a produção de componentes arquitetônicos condizentes com a postura ambiental; produtos estes, até o presente momento, inexistentes no mercado nacional.

Conforto térmico e luminoso-visual têm impacto direto sobre o consumo energético da edificação. Entretanto, é possível promover a satisfação do usuário para esses dois pontos através dos conceitos da dimensão bioclimática em arquitetura na qual a qualidade ambiental e a eficiência energética são obtidas por meio do aproveitamento racional dos recursos da natureza, de modo a contribuir com o equilíbrio do ecossistema no qual está inserida (LOURA et ASSIS, 2005).

O uso de iluminação natural nas edificações é parte integrante do conceito de edifícios sustentáveis. Até o início do século passado, a luz natural era a mais importante fonte de luz para o uso diurno em fábricas, escritórios, prédios domésticos e públicos. No entanto, a partir daí, a disponibilidade de energia artificial a baixo custo levou à execução de projetos de edificações primariamente dependentes da energia elétrica (FONTOYMONT, 1999). A principal tarefa do projeto de iluminação natural é determinar exatamente o caminho a partir da fonte até os pontos iluminados no interior e decidir de forma a atingir os objetivos suficiente e eficientemente. A forma, a posição das janelas e a transmissividade dos vidros determinarão a quantidade de luz a penetrar a edificação (SOUZA, 2005).

Para o alcance adequado da incidência solar são necessários dispositivos arquitetônicos de controle. Esses dispositivos dizem respeito a componentes tais como brises-soleil e venezianas.

Fomentar o aumento do uso da madeira na construção civil, e sobretudo da madeira oriunda de florestas renováveis, constitui numa prática sustentável e em acordo com os pressupostos definidos na Conferência Rio'92 (PNUE, 92): gestão sustentável do patrimônio florestal; redução da exploração abusiva de madeira; valorização energética da biomassa para a economia de energia fóssil; desenvolvimento do uso de madeira na construção civil.

O alcance do conforto térmico e luminoso-visual está ligado também ao alcance do conforto acústico, pois as características dos materiais empregados interferem na permeabilidade ao ruído e no isolamento sonoro das habitações. Por vezes, materiais e soluções favoráveis à circulação de ar e penetração de iluminação natural contradizem com a qualidade acústica (DUARTE, 2005, p.11).

De um lado, o nível de isolamento sonoro oferecido pelas habitações diminuiu na medida em que os materiais foram ficando mais leves. Os últimos cinco séculos de evolução da arquitetura brasileira significaram uma queda de aproximadamente 35dB no nível de isolamento sonoro. Por outro lado, a urbanização e modernização das cidades aumentaram os níveis de ruído. De acordo com avaliação da ONU, no final do século XX, o ruído estaria entre as quatro maiores ameaças ao ambiente urbano. Um estudo comparativo entre países com diferentes níveis de industrialização, demonstrou que a capacidade auditiva de um nova-iorquino com 18 anos é igual a de um habitante da África Central com 80 anos. As conseqüências do ruído para a saúde humana são diversas e vão além da perda da audição propriamente: provocam também alterações que conduzem o sujeito a nervosismo, fadiga mental, frustração e prejuízo na produtividade. “No ano de 2001, em Santa Catarina, dos 1617

professores afastados do serviço por problema de saúde, 10% apresentaram como motivo problemas vocais. O quanto se gasta em medidas paliativas, projetos acústicos tardios, edifícios que se desvalorizaram, além de alunos ou trabalhadores improdutivos, não tem comparação com o investimento em um projeto”. (DUARTE, 2005, p.11).

O controle de ruído implica, pois, no isolamento e vedação das edificações quanto á interferências externas, mas também na adequação ambiental acústica e difusão sonora dos ambientes, tais como salas de aula, auditórios, teatros, salas de concerto, estúdios de gravação, etc.

Neste sentido e com o intuito de atender à demanda crescente relativa aos tratamentos acústicos de ambientes, foram desenvolvidos difusores sonoros para distribuição adequada na energia sonora na audiência, e absorvedores sonoros para absorção de parte da energia acústica proveniente do ruído urbano.

5 SUSTENTABILIDADE NO VALE DO JEQUITINHONHA

De acordo com o diagnóstico (PEREIRA et al., 2003) realizado em 17 empresas abrangendo alguns municípios da região do Vale do Jequitinhonha, 94% delas são classificadas como micro-empresas, já que possuem menos de 20 funcionários. Somente uma delas se enquadra na categoria pequena empresa, possuindo entre 20 e 99 funcionários. O faturamento anual é relativamente baixo, de até R\$ 49 mil para cerca de 65% das empresas. Os outros 35% faturam entre R\$ 50 mil e R\$ 199 mil al ano.

Este cenário traduz o quadro de desigualdade social, e “desigualdade produtiva” (PEREIRA, 2005), observado no Brasil desde séculos. De acordo com o Índice de Exclusão Social é clara a situação a que estão submetidas as populações dos municípios que compreendem o Pólo Moveleiro do Vale do Jequitinhonha. Os municípios de Capelinha, Turmalina e Carbonita apresentam índices que se aproximam dos piores do Brasil (SAFFAR et al., 2004).

Como consta no Atlas da Exclusão Social no Brasil (POCHMANN et AMORIM, 2003), esse índice é definido através de três aspectos que são considerados determinantes na inclusão social: a dignidade do padrão de vida, o risco juvenil, e o conhecimento. Dentro da noção de conhecimento são levados em conta: a taxa de alfabetização de pessoas acima de 5 anos e o número médio de anos de estudo do chefe do domicílio. Este aspecto, o conhecimento, apesar de tratar de dados fundamentais ligados à escolaridade, revela algumas bases que definem o caráter de informalidade com a qual era conduzida a produção pelas empresas da região que, por ignorância (entendendo-se como falta de instrução), adotavam práticas inadequadas e adaptadas segundo critérios bastante aleatórios. A verificação da insuficiência de informações detidas pelos empresários colocou em evidência as dificuldades enfrentadas para a inserção do design, prática que requer padrões mínimos de sistematização e organização. Para suprir essas dificuldades, ações têm sido implantadas com sucesso em busca da melhoria das condições de produção local, agregando valor aos produtos moveleiros fabricados.

A importância do setor moveleiro é clara para o Estado de Minas Gerais não só pelo fato de sua presença em várias regiões, mas também, pelo potencial de produção de madeira cultivada. Segundo o último censo agropecuário realizado pelo IBGE em 1996, Minas Gerais se mantém como maior produtor de eucalipto do Brasil. Dos 4,8 bilhões de árvores de eucalipto levantadas em 1996, 42% foram plantadas nos municípios mineiros. Sob esse aspecto, o pólo industrial do Vale do Jequitinhonha se destaca, pois é o único a trabalhar exclusivamente com madeira maciça de eucalipto.

Os móveis de madeira constituem-se no principal segmento do comércio internacional de móveis, colocando o Brasil numa posição bastante interessante dados o potencial de cultivo de madeira e a diversidade de espécies aqui presentes. Entretanto, no montante dos produtos fabricados pelas empresas, tanto brasileiras quanto estrangeiras, há uma predominância da produção de móveis residenciais em painéis de madeira (compensados, aglomerados, MDF - *Medium Density Fiberboard* e OSB - *Oriented Structured Board*) com design retilíneo para produção em série. Essa perspectiva imprime ao setor moveleiro aspecto de alta produtividade e impõe um aumento cada vez maior do emprego de painéis de madeira, substituindo e reduzindo o uso de madeira maciça a uma segmentação de mercado diminuta, que apresenta demanda por móvel exclusivo.

Além disto, o interesse estratégico pelo setor se deve também à intensiva absorção de mão-de-obra e conseqüente geração de renda, características de empresas de micro e pequeno porte, assim como, à considerável dinâmica e flexibilidade possíveis em termos tecnológicos e de inovação em design, o que permite a ampliação e o alcance de novos mercados.

Entretanto, nos últimos 15 anos a indústria de transformação de Minas Gerais, da qual faz parte o setor de madeira e móveis, tem assistido à perda de sua contribuição para a geração de produto (BDMG, 2002). É importante que esforços sejam feitos para a reversão desse quadro já que a indústria de transformação é a terceira mais importante para o Estado, seguida da agropecuária e da extração mineral. 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.

Foi implantada então uma nova estratégia a fim de diversificar a produção local, abrindo caminho para que o Pólo Moveleiro do Vale do Jequitinhonha venha se diferenciar como Centro de Excelência na Produção de Objetos em Madeira de Eucalipto, isto é, a expectativa da formação de um ECOPOLO.

Por outro lado, somente a utilização da madeira de eucalipto não garante a qualidade ambiental de um produto, pois é necessária a abordagem de “multi-critério”. Portanto é imprescindível considerar o ciclo de vida do produto a partir dos seguintes pontos (PEREIRA, 2005): optar pelo uso exclusivo do eucalipto deixando-o, em um primeiro momento, na cor natural para permitir o reconhecimento pro parte do consumidor; implantar sistema de exaustão para recolhimento da serragem; organizar o refugo gráudo para permitir a otimização de seu aproveitamento; cuidar da saúde do trabalhador: ruído, acidentes com máquinas, substâncias químicas; cuidar do ambiente do entorno: ruído, emissão de partículas e de substâncias químicas; aprimorar o uso do artesanato local como responsabilidade social e maior articulação do arranjo produtivo local, gerando trabalho e renda; terceirizar acabamento para a empresa com cabine de pintura equipada, diminuindo o impacto da produção (de acordo com a Deliberação Normativa² COPAM nº. 74, de 09 de setembro de 2004).

6 METODOLOGIA

O trabalho vem sendo desenvolvido em duas etapas complementares. A primeira, já concluída, trata-se do desenvolvimento de produtos. A segunda, ainda em andamento, abrange a realização de análises laboratoriais.

Face à experiência adquirida no desenvolvimento de produtos, inclusive junto aos empresários do Vale do Jequitinhonha, adotou-se uma abordagem integrada para a execução do projeto. Sob a orientação de “design integrado” prevaleceu a noção de “equipes de projeto” ou “equipes de design”, favorecendo o aumento da capacidade criativa, da concepção e manutenção de identidade dos produtos e a integração de outros conhecimentos ligados aos diversos setores da empresa. A proposta foi de permitir e incentivar a produção em conjunto por mais de uma empresa, dando mais um passo no desenvolvimento do pólo, através da introdução de uma prática de coordenação de procedimentos e organização dos processos produtivos e de qualidade.

Os laboratórios realizarão os seguintes ensaios: LADE: ensaios ergonômicos baseados em testes de usabilidade e análise sensorial para a verificação da percepção de conforto, prazer e apropriação do usuário em relação ao produto; LABCOM: 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, isolamento térmico e transferência de calor; LACMO: ensaios físico-mecânicos e dimensionais.

² De acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº. 74, de 09 de setembro de 2004, que estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor da empresa, “os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente sujeitos ao licenciamento ambiental no nível Estadual são aquelas enquadradas nas classes 3, 4, 5 e 6”. De acordo com esta classificação a presença de cabines de pintura nas fábricas de móveis de madeira enquadra a atividade na classe 3: Empresas de pequeno porte e grande potencial poluidor ou médio porte e médio potencial poluidor. Sem a existência do serviço e a diminuição de gastos, para cada empresa, com tratamento de pintura.

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS PARCIAIS

7.1 Produtos desenvolvidos

Foram desenvolvidos um componente arquitetônico para controle térmico-luminoso, brise-soleil (Figura 1), e três componentes arquitetônicos para controle acústico, sendo, um absorvedor sonoro (Figura 2) e dois difusores sonoros (Figura 3).

O brise-soleil (Figura 1) é um componente arquitetônico para conforto ambiental, no quesito controle térmico e entrada de sol em ambientes construídos, constituído por um módulo, denominado “aleta”. Ele pode ser acoplado em fachadas de edificações na posição vertical em comprimentos variáveis, definidos pelo cliente. Sua aplicação é flexível, visto que é realizada através da fixação de certo número de módulos, lado a lado, em intervalos iguais. O número de aletas é determinado pelo efeito visual desejado e vão da janela. Este Brise permite a movimentação manual das aletas separadamente ou em conjunto. Tantas aletas quanto o usuário desejar poderão ser acopladas para que se movimentem juntas. De acordo com o ângulo de abertura desejado, as aletas podem ser travadas em seis posições diferentes através de peça em aço fixada na base da peça.

O Absorvedor Sonoro (Figura 2) é um componente arquitetônico para conforto ambiental, no quesito controle acústico em ambientes construídos, é constituído de um módulo semelhante a uma caixa quadrada. O “tecido de madeira” no formato proposto possibilita a formação de um “colchão” de ar, que permite a absorção do som proporcionando o conforto ambiental. As arruelas (de cortiça) evitam que os ressonadores vibrem com as ondas sonoras e criam espaços entre os mesmos, responsáveis pela entrada de som. A parte curva proporciona absorção total da ordem de 24 UMA (unidades métricas de absorção ou sabines métricos – que são unidades para quantificar absorção sonora). Já a parte reta, apresenta absorção total da ordem de 7 UMA. A partir da quantidade de absorção necessária indicada pelos cálculos de cada ambiente, pode-se especificar a quantidade de módulos de Absorvedores Sonoros a serem aplicados. A aplicação, em qualquer uma das suas quatro faces, é realizada à semelhança da fixação de quadros de pintura através do sistema de cunha. É possível ainda potencializar a performance de absorção através do acessório de manta em fibra natural (ou outro material semelhante).

O Difusor Sonoro Cubo (Figura 3) é um componente arquitetônico para conforto ambiental, no quesito controle acústico em ambientes construídos. É constituído por um módulo que possui ângulos e profundidades diferentes formados por cubos em posições particulares, possibilitando uma gama de opções de efeitos visuais, visto que este pode ser aplicado nas quatro faces. Seus ângulos proporcionam a difusão das ondas sonoras e conseqüentemente do controle acústico dos ambientes. Ele difunde o som de maneira OMNIDIRECIONAL, ou seja, em diversas direções, nas frequências de 598 Hz e 817 Hz. Este Difusor é fixado à parede da mesma forma que o Absorvedor, podendo ser arranjado conforme o espaço do ambiente em salas de aula, salões de festas, *home theatre*, escritórios, auditórios, teatros etc.

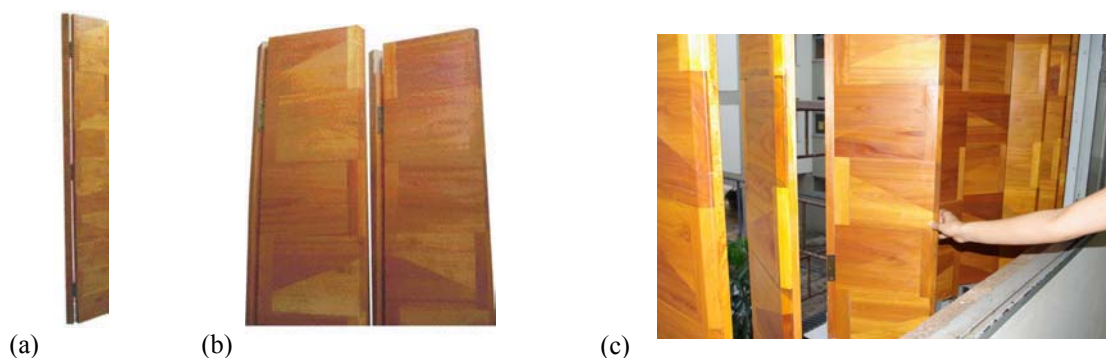


Figura 1 - Brise-soleil (número de depósito de patente PIND198, número do depósito de Desenho Industrial DI 6702104-2): a) unidade; b) detalhe de duas aletas; c) uso do brise-soleil instalado.

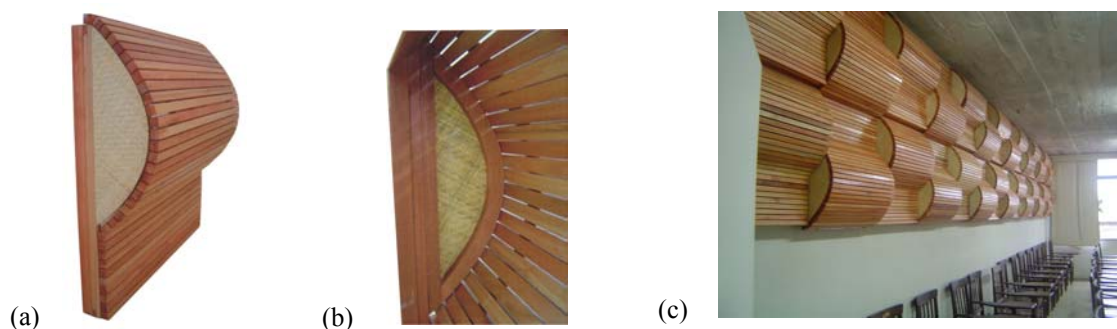


Figura 2 - Absorvedor Sonoro (número de depósito de patente PIND197, número do depósito de Desenho Industrial DI 6702102-6): a) unidade; b) detalhe interno; c) instalação em sala de aula UFMG.

O Difusor Sonoro Paralelepípedo (Figura 3) se diferencia do anterior devido aos ângulos em formato de paralelepípedo, que difunde as ondas sonoras nos planos VERTICAL e HORIZONTAL, dependendo do posicionamento, nas frequências de 598 Hz e 817 Hz.



Figura 3 - Difusores Sonoros Cubo e Paralelepípedo (número de depósito de patente PIND199, números do depósito de Desenho Industrial DI 6702103-4 e DI 6702101-8): a) Cubo; b) Paralelepípedo; c) aplicação.

7.2 Ganhos em sustentabilidade

Lidar com a abordagem da sustentabilidade em design de produto e junto ao setor produtivo requer uma visão sistêmica e uma perspectiva de médio-longo prazo. As preocupações se sobrepõem às inquietações relativas aos impactos ecológicos e aos danos causados à natureza, colocando em evidência o anseio à qualidade de vida humana e a consideração de fatores de ordem socio-econômico-ecológica ligados ao domínio da técnica (PEREIRA, 2001).

Neste sentido, esse trabalho configura-se como parte de uma ação maior iniciada há 6 anos e que ainda não terminou. Os resultados obtidos aqui permitiram o alcance de mais um patamar em busca da sustentabilidade para aquele pólo produtivo, que através do design dos produtos, feito sob a abordagem do ecodesign e do desenvolvimento sustentável, gerou os seguintes resultados:

Ecológico: valorização da madeira de florestas renováveis em novos usos de produtos com valor agregado; opção pelo uso de insumos naturais, tais como a cortiça, sisal e trançado de palha de cambaúba, evitando-se maior impacto na obtenção da matéria-prima (em relação à opção de uso de materiais sintéticos), contribuindo para neutralizar o resíduo da produção, pois temos buscado a descontaminação do resíduo de eucalipto, e favorecendo a redução do impacto na fase pós-uso; a busca pelo emprego de vernizes de menor impacto, mas ainda difíceis de serem usados em razão da

resistência apresentada; a discussão e incentivo a implantação de cabine de pintura controlada, permitindo com que as empresas estejam adequadas à Deliberação Normativa COPAM nº. 74/2004; reflexão para projeto futuro (já aprovado) com objetivo de aproveitar o resíduo de eucalipto como matéria-prima em novos produtos – o desenho dos produtos atuais não se enquadram na perspectiva de uso do resíduo, faz-se necessária outra abordagem de classificação e organização do resíduo para garantir viabilidade de aproveitamento, atividade já iniciada.

Social: valorização dos empresários, e de suas empresas, que neste momento saíram da posição de receptores de tecnologia para se tornarem nossos parceiros, constituindo-se nas empresas com direito exclusivo de produção desses novos produtos que têm patente e desenho industrial depositados; valorização do trabalho de artesãs locais, mulheres que dominam a técnica do trançado de palha natural; valorização da cidade de Turmalina e, sobretudo, da região do Vale do Jequitinhonha, através de um site que está sendo desenvolvido para divulgar todo o trabalho do “ECOPOLO Vale do Jequitinhonha”.

Econômico: desenvolvimento de componentes arquitetônicos para o mercado da construção civil, completamente distinto do foco atual das empresas – concentrada no setor moveleiro –, permitiu um novo olhar frente às inúmeras oportunidades que o mercado oferece, diversificando a produção e ampliando a possibilidade de alcance de novos mercados. Esses mercados serão trabalhados, também, a partir do argumento que fundamenta o ECOPOLO, i.e., ecodesign, sustentabilidade e certificação.

7.3 Certificação ambiental

A proteção do meio ambiente é por princípio de responsabilidade do Poder Público que deve se engajar na elaboração e fiscalização dos regulamentos e de legislação apropriada. Contudo, somente a imposição de medidas compulsórias não é suficiente. A ação voluntária dos outros atores socioeconômicos é igualmente importante, para qual a normalização, a certificação e a criação de selos é fundamental. A normalização tem por objetivo fornecer documentos de referência relativos à solução de problemas técnicos e comerciais ligados aos produtos, bens e serviços. Sua adoção é estritamente voluntária (salvo em casos cuja determinada Norma Técnica é referência para uma regulamentação) e, portanto, a divulgação e esclarecimento para o usuário, demonstrando as qualidades relativas ao produto, são elementos chave. Nesse sentido, um dos resultados obtidos foi a aprovação de outro projeto de pesquisa, o ECOSELO (financiado pela FAPEMIG e CNPq), cujo objetivo é criar parâmetros para a certificação ambiental de produtos, tendo como objeto de estudo os produtos desenvolvidos no Projeto ECOPOLO. Prevê-se a criação de um portal na Internet com o intuito de divulgar para o público especializado e geral os resultados obtidos, os produtos e seus fabricantes, e os sistemas de certificação.

8 CONCLUSÃO

Frente à carência do mercado da construção civil de componentes arquitetônicos, com um mínimo grau de padronização, para aplicação em projetos de tratamentos térmicos, luminoso-visual e acústicos, as empresas do Vale do Jequitinhonha têm a oportunidade de diversificar a oferta de produtos e o aumentar a competitividade em nível nacional e até mesmo internacional. Desta forma, o fortalecimento das empresas como bloco de referência na fabricação sustentável, não somente de móveis, mas de produtos de madeira maciça de eucalipto vem se materializando, além de indicar uma abertura para a concretização da Produção Sustentável e do Edifício Sustentável.

Essas ações têm como perspectiva gerar impactos positivos de ordem sócio-econômica-ambiental tais como: valorização da produção local; aumento da competitividade dos produtos e expansão de mercados; garantia da qualidade, conforto ambiental e usabilidade dos produtos; estímulo a práticas ambientais: observação do Ciclo de Vida dos produtos, estímulo ao uso de madeira certificada; estímulo à melhoria das instalações industriais, visando cumprimento de regulamentações ambientais; formulação de parâmetros para criação de certificação; desenvolvimento econômico e social; geração de renda e emprego; fixação da população.

9 REFERÊNCIAS

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

DUARTE, E. A. C. **Estudo do isolamento acústico das paredes de vedação da moradia brasileira ao longo da história**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

EDWARDS, B., **Guia básica de la sostenibilidad**, Barcelona, Ed. Gustavo Gilli, 2004.
FONTOYMONT, M. **Daylight performance of buildings**. ENTPE, European Commission Directorate General XII for Science, James & James, Lyons, 1999.

LOURA, R. M. ; ASSIS, E. S. Variáveis e critérios para a avaliação de desempenho termo-energético: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2005, Belo Horizonte. Anais do CBEE 2005. Belo Horizonte: Jota, Fábio G. e Jota, Patrícia R. S. (ed.), ABEE, 2005. v. 1. p. 161-166.

PEREIRA, A. F. **Application des connaissances issues du développement durable, de l'environnement et de la systémique, au design industriel de produits dans une approche de "macroconception"**. Tese de Doutorado, Université de Technologie de Compiègne, França), 2001.

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 sob a Ótica da Sustentabilidade no Vale do Jequitinhonha. In: 8º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, São Paulo, 2003.

PNUE. **Declaration of The United Nations Conference on Environment and Development**. Rio de Janeiro, junho, 1992.

POCHMANN, M; AMORIM, R. (org). **Atlas da Exclusão Social no Brasil**. (vol. 1). 2ª. ed. Cortez. São Paulo, 2003. 2 vol. 223p.

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

PESQUISA TECNOLÓGICAS. ABIPTI, 2004. Tecnologias para a inclusão social: o papel dos sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação. Belo Horizonte, MG. 2004.

SINDUSCON. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2ª Edição. SINDUSCON-MG e SENAI-MG, 2005.

SOUZA, R. V. G. Iluminação Natural, uma fonte renovável para Eficiência Energética: uma revisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2005, Belo Horizonte. Anais do CBEE 2005. Belo Horizonte : Jota, Fábio G. e Jota, Patrícia R. S. (ed.), ABEE, 2005. v. 1. p. 146-150.