

**CONFECÇÃO DE MÓVEIS COM A MADEIRA  
DE *Coffea arabica* L.**

**MARISA APARECIDA PEREIRA**

**2008**

**MARISA APARECIDA PEREIRA**

**CONFECÇÃO DE MÓVEIS COM A MADEIRA DE *Coffea arabica* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em Processamento e Utilização da Madeira, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador  
Prof. José Reinaldo Moreira da Silva

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Marisa Aparecida.

Confecção de móveis com a madeira de *Coffea arabica* L /  
Marisa Aparecida Pereira. – Lavras: UFLA, 2008.

59 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: José Reinaldo Moreira da Silva.

Bibliografia.

1. Ecodesign. 2. Móveis. 3. Madeira do cafeeiro. 4. *Coffea  
arabica* L. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 338.17373

– 633.73

**MARISA APARECIDA PEREIRA**

**CONFECÇÃO DE MÓVEIS COM A MADEIRA DE *Coffea Arabica* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em Processamento e Utilização da Madeira, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 30 de setembro de 2008.

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| Prof. José Tarcísio Lima              | UFLA  |
| Prof. Marcos Tadeu Tibúrcio Gonçalves | UNESP |
| Giovanni Francisco Rabelo             | UFLA  |

Prof. José Reinaldo Moreira da Silva  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores e profissionais da Universidade Federal de Lavras, em especial, do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira, pelo apoio prestado ao longo desse período. Do mesmo modo, agradeço a colaboração do meu orientador, Dr. José Reinaldo Moreira da Silva, para a realização desta tarefa e de diversas outras oportunidades de aprendizagem. É necessário reconhecer a valorosa amizade e parceria dos colegas de mestrado e doutorado da turma 2007. Gostaria, ainda, de retribuir todo o carinho dos meus familiares e amigos, que, muitas vezes, demonstraram-se solícitos e compreensivos. Especialmente a minha mãe, Fátima, que certamente rezou junto comigo para a realização deste projeto. Ao amor incondicional das minhas sobrinhas, Helena e Alice. Enfim, pelas oportunidades ao longo da vida sendo graça a Deus e a Maria.

“[...] We have the technology,  
We have the resources,  
We have the know-how  
To end the extreme poverty,  
If we have the will!  
I believe we have the will. [...]”  
(Bono Vox, Chicago, 2005)

Dedico a minha família

Aos meus pais, Roberto e Fátima

Aos meus irmãos, Adriana, Flávio e Roberta

Ao querido amigo Daniel

Ofereço as minhas sobrinhas, Helena e Alice

A grande alegria da minha vida

## SUMÁRIO

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| RESUMO.....   | i             |
| ABSTRACT .....  | ii            |
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 1             |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO .....   | 3             |
| 2.1 Propriedades fundamentais da madeira .....  | 3             |
| 2.1.1 Características anatômicas .....  | 3             |
| 2.1.2 Propriedades físicas .....  | 3             |
| 2.1.3 Análises químicas .....   | 4             |
| 2.1.4 Propriedades mecânicas .....  | 5             |
| 2.2 História do café no Brasil .....  | 5             |
| 2.3 História dos móveis .....   | 9             |
| 2.4 Ecoeficiência.....  | 14            |
| 2.5 Produção mais limpa.....  | 15            |
| 2.6 <i>Ecodesign</i> .....  | 18            |
| 2.7 Desenvolvimento de um produto sustentável por meio do resíduo da<br>lavoura cafeeira..... | 21            |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS .....  | 23            |
| 3.1 Caracterização do material.....   | 23            |
| 3.2 Caracterização anatômica .....  | 24            |
| 3.3 Caracterizações das propriedades físicas .....  | 25            |
| 3.4 Análise química .....   | 25            |
| 3.5 Propriedades mecânicas .....  | 26            |
| 3.6 Produção dos móveis de madeira de cafeeiro .....  | 26            |
| 3.6.1 Bancos.....   | 31            |
| 3.6.2 Cadeira .....   | 34            |
| 3.6.3 Mesa.....   | 35            |
| 3.6.4 Mercado .....   | 37            |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 39            |
| 4.1 Caracterização anatômica microscópica .....   | 39            |
| 4.2 Propriedades físicas .....  | 42            |
| 4.3 Análises químicas .....   | 43            |

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Propriedades mecânicas .....         | 44 |
| 4.5 Móveis .....                         | 45 |
| 4.5.1 Banco com madeira do cafeeiro..... | 45 |
| 4.5.2 Banco misto .....                  | 48 |
| 4.5.3 Cadeira.....                       | 49 |
| 4.5.4 Mesa.....                          | 50 |
| 5 CONCLUSÕES .....                       | 53 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....         | 54 |

## RESUMO

PEREIRA, Marisa Aparecida. **Confecção de móveis com a madeira de *Coffea arabica* L.** 2008. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

A madeira do *Coffea arabica* L., um resíduo da lavoura cafeeira, é largamente utilizada para fins energéticos, o que agrega pouco valor ao material, além de promover a liberação de CO<sub>2</sub> com efeito nocivo para o ambiente. Como o estado de Minas Gerais é o maior produtor de café do Brasil, a quantidade de madeira proveniente das lavouras de café pode ser considerada adequada para subsidiar algumas linhas de produção. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar tecnologicamente a madeira de *Coffea arabica* L. para verificar a potencialidade de sua utilização para a confecção de móveis, a partir do conceito de *ecodesign*. Realizou-se a caracterização anatômica, física, mecânica e química da madeira de *Coffea arabica* utilizada na produção dos móveis. Foram confeccionados três tipos de móveis: bancos, cadeira e mesa. O banco e a cadeira foram desenvolvidos em associação com a madeira de *Eucalyptus* spp. Os resultados para densidade básica média de 0,608g/cm<sup>3</sup>, módulo de elasticidade 26682 kgf/cm<sup>2</sup>, resistência à compressão paralela 398 kgf/cm<sup>2</sup>, dureza janka perpendicular às fibras 627 kgf mostraram adequação da madeira na produção de móveis de qualidade e estética bem aceita pelo mercado.

---

\* Orientador: Prof. José Reinaldo Moreira da Silva – UFLA

## ABSTRACT

PEREIRA, Marisa Aparecida. **Furniture manufactura with the wood of *Coffea arabica* L.** 2008. 59p. Dissertation (Master in Wood Science and Technology)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

The wood of *Coffea arabica* L., a residue of the coffee crop, is widely used for energy, which adds little value to the material, besides to promote the release of CO<sub>2</sub> which has harmful effect to the environment. As the state of Minas Gerais is the largest producer of coffee in Brazil, the amount of wood from plantations of coffee may be considered appropriate to subsidize some production lines. This work was carried out to characterize the *Coffea arabica* L. wood to verify the capability of its use for the manufacture of furniture, based on the concept of ecodesign. The anatomical, physical, mechanical and chemical characterization of *Coffea arabica* wood used in the production of furniture were carried out. Furtherly, three types of furniture were manufactured: seats, chairs and table. The seats and the chair were confectioned in association with the wood of *Eucalyptus* spp. The results showed for average density of 0.608 g / cm<sup>3</sup>, elasticity modulus of 26,682 kgf / cm<sup>2</sup>, resistance to compression parallel 398 kgf / cm<sup>2</sup>, Janka hardness perpendicular to the fibers showed 627 kgf adequacy of wood to produce furniture of quality and aesthetic well accepted by the market.

---

\* Guidancee: Prof. José Reinaldo Moreira da Silva – UFPA.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria moveleira necessita demonstrar ao mercado sua preocupação com o meio ambiente e reduzir seus custos pela racionalização de uso dos insumos e matérias-primas. Nos últimos anos, empregou madeiras oriundas de florestas nativas sem qualquer tipo de manejo.

Acreditava-se que o crescimento econômico proporcionaria melhores condições de vida para a sociedade. No entanto, a sociedade percebeu que esse tipo de crescimento econômico, sem critérios de uso dos recursos florestais danificava os ecossistemas e não contribuía para a melhoria de qualidade de vida da comunidade local.

As questões ambientais são consideradas preocupações e oportunidades para orientar o processo de desenvolvimento dos produtos. Outros fatores como eficiência, qualidade, funcionalidade, estética, custo e ergonomia devem ser foco da indústria. A avaliação dos aspectos ambientais deve constar em todas as fases de desenvolvimento dos produtos. A prevenção e redução dos impactos ambientais negativos e também satisfação dos consumidores e serviços ambientalmente mais adequados, com conceito de *ecodesign*.

O termo *ecodesign* define uma nova maneira de desenvolver produtos. Entretanto, aos aspectos ambientais é atribuída a mesma importância que aos aspectos de funcionalidade, durabilidade, custo, tempo para o mercado, estética, ergonomia e qualidade. Propõe a melhoria do desempenho ambiental de produtos ao longo do ciclo de vida e pode ser visto como uma maneira de desenvolver produtos alinhados ao conceito de desenvolvimento sustentável (Brezet, 1997).

O setor moveleiro é um grande gerador de empregos e renda para o Brasil. Ele é formado, principalmente, por micro e pequenas empresas de capital nacional (Farias et al., 2008).

O emprego da madeira de *Coffea arabica* L. apresenta como alternativa para as micro e pequenas empresas utilizada com outras madeiras e materiais.

Minas Gerais é o maior produtor de café do Brasil. Assim, a quantidade de madeira proveniente das lavouras pode ser considerada adequada para subsidiar algumas linhas de produção, para micros e pequenas empresas locais.

A utilização da madeira do cafeeiro na confecção de novas linhas de móveis é uma alternativa para os resíduos da indústria cafeeira. Os resíduos são, em geral, utilizados como fonte de energia, o que ocasiona maior concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera pela queima. Outra forma de aproveitamento dos resíduos da lavoura cafeeira é o comércio regional praticado por um mínimo valor. Porém, na maioria dos casos, essas madeiras são simplesmente abandonadas e queimadas nas próprias lavouras.

As exigências do mercado moveleiro não se restringem à caracterização física e mecânica da matéria-prima, mas também a preocupação com o contexto ambiental.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar tecnologicamente a madeira de *Coffea arabica* L., para viabilizar a confecção de móveis, a partir do conceito de *ecodesign*.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Propriedades fundamentais da madeira**

#### **2.1.1 Características anatômicas**

A anatomia, que vem do grego *anatomé*, que significa dissecação, incisão, segundo Burger (1991), é o estudo dos diversos tipos de células que constituem o lenho (xilema secundário), suas funções, organização e peculiaridades estruturais. Este estudo visa conhecer a madeira e seu emprego adequado, identificar espécies, distinguir madeiras aparentemente idênticas, predizer utilizações adequadas de acordo com as características anatômicas e prever e compreender o comportamento da madeira no que diz respeito à sua utilização.

O avanço da anatomia da madeira deveu-se inicialmente, e em grande parte, aos fatores econômicos, com significativo número de pesquisas feitas por instituições privadas, visando a o aumento da potencialidade do uso de madeiras de importância econômica. Há muitos anos, tem sido detectada a necessidade do conhecimento de riqueza dos recursos madeireiros, tendo como consequência a pesquisa de seus recursos associada com as descrições das madeiras mais importantes (Jane, 1934).

O comportamento físico-mecânico da madeira está intimamente relacionado à sua estrutura celular, afetando processos de secagem, colagem, trabalhabilidade, dentre outros. Através do estudo da anatomia da madeira é possível diferenciar espécies, identificando suas potencialidades e fraquezas, podendo-se assim, indicar seu melhor tipo de utilização.

#### **2.1.2 Propriedades físicas**

A densidade básica é considerada a propriedade física mais importante da madeira, tratando-se de um parâmetro significativo tanto para os geneticistas

quanto para os tecnólogos da madeira, pois guarda grandes relações com outras propriedades e com o uso da madeira (Chimelo, 1980).

A densidade reflete a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume. Assim, deve-se observar que a avaliação da qualidade da madeira com base na densidade é bastante útil, do ponto de vista tecnológico, sendo um indicador das propriedades da madeira (Vale et al., 1999).

Além de ser um indicativo da qualidade da madeira, a densidade constitui-se em um excelente índice para a análise de viabilidade de seu emprego em diversas finalidades, e reveste-se de especial importância por ser uma característica passível de melhoramento genético e considerada altamente herdável (Lopes et al., 2002).

De acordo com Busnardo et al. (1987) é uma característica bastante complexa, resultante da combinação de caracteres anatômicos, físicos e químicos. E a respeito da variabilidade da massa específica básica, deve-se considerar as variações existentes entre gêneros, entre espécies pertencentes ao mesmo gênero, bem como entre árvores.

### **2.1.3 Análises químicas**

A análise química da madeira compreende a determinação de sua composição e a quantificação de seus constituintes. Para que se consiga realizar uma análise adequada é necessário seguir alguns procedimentos e métodos já estabelecidos por norma. Pode ocorrer uma variação dos métodos realizados na pesquisa científica e aqueles aplicados na produção industrial. Essa diferenciação está em função da precisão requerida e principalmente no objetivo final da análise.

Os principais efeitos dos constituintes químicos da madeira, como os extrativos, sobre a sua utilização, referem-se ao aumento da sua durabilidade,

coloração e também ao processo de colagem (Uprichard, 1998, citado por Caixeta, 2000).

#### **2.1.4 Propriedades mecânicas**

As propriedades mecânicas da madeira são fortemente influenciadas por fatores diversos, como idade da árvore, ângulo da grã, teor de umidade, temperatura, constituintes químicos, fadiga, apodrecimento, massa específica, constituição anatômica, duração da tensão e da deformação, radiação nuclear, falhas na madeira, presença de nós e outros defeitos (Kollmann et al., 1968).

Segundo Moreira (1999) as propriedades mecânicas apresentam uma associação significativa com muitas das características anatômicas, em especial aquelas que dizem respeito às fibras e vasos.

A fibra é considerada a fonte de elasticidade e resistência da madeira. Como material anisotrópico, a madeira possui propriedades mecânicas únicas e independentes nas direções dos três eixos ortogonais (Moreira, 1999).

De acordo Tsoumis (1991), a massa específica, a retratibilidade e a resistência aos esforços de flexão estática (MOE e MOR) são considerados os mais importantes para a madeira sólida, dentre os parâmetros físico - mecânicos utilizados. Os seus valores expressam a combinação de diversos fatores, incluindo a constituição morfológica, anatômica e química da madeira.

#### **2.2 História do café no Brasil**

Originário das regiões montanhosas africanas da Abissínia, atual Etiópia, onde era utilizado com objetivo farmacêutico e curativo, o café atravessou o Mediterrâneo e chegou à Europa durante a segunda metade do século XVII (Andrade, 2005).

O café demorou cerca de nove séculos para chegar ao Brasil, vindo da Guiana Francesa. Inicialmente, foi plantado em Belém do Pará. Da região do

Norte, expandiu-se para o Nordeste, até chegar ao Rio de Janeiro, em 1773. Expandiu-se pela Serra do Mar, atingindo, em 1825, o Vale do Paraíba e chegou aos estados de São Paulo e Minas Gerais onde encontrou condições favoráveis para o seu desenvolvimento. O clima e as terras férteis da região transformaram o Brasil no maior produtor mundial de café no final do século XIX (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, 2008).

Em 1830, o café transformou-se no principal produto de exportação, ultrapassando o algodão e o açúcar e, em 1845, o Brasil já era responsável por 45% das exportações mundiais (EMBRAPA, 2008).

O café é tido com impulsionador de desenvolvimento e da modernização do Brasil, pois, para escoar sua produção, foram construídas estradas de ferro, abertos novos portos, o número de bancos foi ampliado e o comércio se tornou mais ágil (EMBRAPA, 2008).

Os primeiros cafezais brasileiros foram descendentes de uma única espécie *Coffea arabica*. Esta pequena variabilidade era devido à constituição genética da planta original ou às raras mutações ocorridas (EMBRAPA, 2008).

O cafeeiro faz parte da família das rubiáceas, com o nome científico de *Coffea arabica* L. Existem sessenta espécies já classificadas do gênero *Coffea*. A maioria cresce em estado silvestre nas zonas intertropicais da África e da Malásia. O café tem grande valor econômico e, assim, é umas das espécies mais importantes de sua família (EMBRAPA, 2008).

Nos anos 1990, os principais países produtores de café são o Brasil, seguido pela Colômbia e pelo Vietnã. Estes países, juntos, são responsáveis por 50% a 60% da produção mundial (Silva et al., 2003).

O café é, hoje, o segundo maior gerador de riqueza do planeta, perdendo apenas para o Petróleo. No Brasil, o setor cafeeiro tem grande importância na economia devido à sua expressiva participação no mercado de exportação e na geração de emprego e de renda (EMBRAPA, 2008). O estado de Minas Gerais

produz um volume de 21 milhões de sacas (Associação Brasileira da Indústria do Café-ABIC, 2007).

Em relação à importância do café nas exportações brasileiras, vale observar que, após 200 anos do início do ciclo do café no Brasil, esta cultura continua proporcionando os efeitos de dinamizar o mercado interno por meio das exportações (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social-BNDES, 1998).

A distribuição da produção brasileira de café, por estado da Federação, nos anos de 2002 e de 2003, encontra-se no Tabela 1.

TABELA 1 Distribuição percentual da produção brasileira de café, por unidade federativa.

| Unidade federativa | Produção percentual (%) |
|--------------------|-------------------------|
| Minas Gerais       | 52,0                    |
| Espírito Santo     | 19,0                    |
| São Paulo          | 12,3                    |
| Paraná             | 4,9                     |
| Outros             | 11,8                    |

Fonte: ABIC (2007).

A espécie *Coffea arabica* tem grande importância econômica para as regiões que a cultivam, especialmente nas Américas, devido ao fato de o produto ser de qualidade superior, com aroma e sabor mais apreciados no mundo inteiro, e de maior aceitação em todos os mercados consumidores (EMBRAPA, 2008).

O cafeeiro é uma planta perene, pertencente ao gênero *Coffea*, dicotiledônea, de porte arbustivo ou arbóreo, de caule lenhoso de forma cônico-irregular com casca cinzenta e rugosa, folhas persistentes, onduladas nos bordos e de coloração verde-acinzentada, quando jovens e verde-brilhante, quando adulta e flores brancas hermafroditas.

Suas raízes podem ser classificadas em permanentes e alimentadoras. As permanentes têm os objetivos de dar suporte à planta e realizar a condução de água e minerais. Já as alimentadoras são renovadas periodicamente, apresentam diâmetro menor que 1 mm e são responsáveis por cerca de 80% da absorção de água e nutrientes (Silva et al., 2003).

As duas espécies mais cultivadas no mundo são a *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café robusto). A planta de *Coffea arabica* tem a altura média de 3 a 5 m, podendo chegar a 10 m. Seu tronco tem de 8 a 10 cm de diâmetro e suas raízes podem chegar até 1,5 m de profundidade (Silva et al., 2003).

A madeira do cafeeiro pode ser proveniente de podas, ou renovações de lavouras, que são necessárias quando ocorre baixa produtividade dos cafeeiros, devido a algum ataque de praga ou à ocorrência de geadas. Esta madeira é utilizada como combustível pela própria fazenda ou pode ser vendida no comércio regional a um baixo valor. Porém, na maioria dos casos, essas madeiras são simplesmente abandonadas e queimadas na própria lavoura (Silva et al., 2003).

A lavoura disposta no sistema adensado possui baixa produção, comparada à lavoura do sistema semi-adensado. Nestes casos, observa-se a necessidade de renovação desta lavoura, adaptando-as para o sistema semi-adensado que facilitará a utilização de maquinários durante a colheita, além de aumentar a produção por planta (Silva et al., 2003).

O volume de madeira de *Coffea arabica* gerada ainda não foi quantificado pelos produtores, por não ser considerado um produto da indústria cafeeira, apenas um resíduo sem valor agregado. Mas, já ocorrem projetos sociais que começam a agregar valores a este resíduo, como pode ser observado na cidade de Baependi, sul de Minas Gerais, onde a madeira é utilizada na produção de móveis.

### **2.3 História dos móveis**

Historicamente, a arte mobiliária teve início há quatro mil anos antes de Cristo, com a fundação de Memphis, às margens do rio Nilo. O grau de civilização desses povos era caracterizado pelos edifícios suntuosos, pelas esculturas, pela literatura ou pela história dos móveis artísticos e milenares (Marcellini, 1940).

A arquitetura é a primeira arte criada pelos homens. E, como não se conhece um edifício sem móveis, entende-se que essas artes andaram sempre de mãos dadas. Eles são inspirados mutuamente e evoluem ao mesmo tempo (Marcellini, 1940).

Mudanças de comportamento, de mentalidade e de tecnologia que aconteceram no século XX foram mais intensas e rápidas do que em toda história da humanidade e elas influenciaram as formas do mobiliário moderno (A arte..., 2002).

Segundo Giustina (2001), a evolução do design de mobiliário sofreu as mesmas alterações que atingiram as artes em geral. Na arquitetura, lançaram as bases para a reformulação dos espaços e até do próprio móvel. Os arquitetos enfrentaram desafios para a implantação de uma concepção estética arquitetônica, que incluía também o móvel.

A necessidade de criar um mobiliário sintonizado com a arquitetura moderna impulsionou uma empreitada autônoma dos arquitetos. Posteriormente, a indústria e os designers industriais absorveram o produto, sobretudo na área do móvel de escritório, não tão sujeito aos modismos (Santos, 1995).

O patrimônio artesanal dos trabalhos portugueses em madeira marcou a evolução da mobília e dos interiores na residência brasileira; ao mesmo tempo, a produção brasileira foi se intensificando, pela habilidade de artesãos brasileiros e europeus aqui radicados (Giustina, 2001).

Na segunda metade do século XIX, já existia um número expressivo de marcenarias e fábricas, que produziam móveis em todos os estilos (Giustina, 2001). A grande virada se fez sentir em 1930, quando a arquitetura moderna resgatou o móvel como elemento essencial no projeto arquitetônico (Santos, 1995).

A modernização do móvel no Brasil teve início com a atuação de profissionais estrangeiros, o que ocasionou uma forte influência do estilo internacional (Giustina, 2001).

O primeiro exemplo da modernização do móvel no Brasil foi a cama patente, de 1915 (Figura 1). Ela é considerada um marco na evolução do design, apesar de possuir influência do estilo internacional, marcou a utilização da madeira como a principal matéria-prima em mobiliários populares (Giustina, 2001).



FIGURA 1 Cama patente.

Fonte: Giustina (2001).

Era necessário um tipo de cama simples e elegante e também deveria ser sólida, leve, resistente e portátil. Além disso, deveria ser capaz de ser fabricada industrialmente e em larga escala e estar ao alcance de todos, aproveitando-se, na sua confecção, a madeira, uma das riquezas naturais do país. Com estas motivações nasceu o mais brasileiro dos móveis (Santos, 1999, citado por Giustina, 2001).

A versão em madeira da cama de ferro trouxe novas potencialidades da madeira curvada, consagrada internacionalmente pela produção de Michel Thonet. Esse designer foi o precursor no uso da madeira curvada, em 1836, em Viena, Áustria (Santos, 1993).

A utilização da madeira curvada é expressiva no processo de modernização do móvel, tendo sido referência básica para o móvel do século XX (Santos, 1993).

Os anos 1920 representaram uma época importante na história do móvel moderno brasileiro e situam-se entre um passado acadêmico e as novas possibilidades, que surgiram com a modernização, que adequou a linguagem e a funcionalidade entre a arquitetura e o móvel (Giustina, 2001).

A produção da mobília nos anos 1920, embora restrita, foi essencial para compreender o processo de modernização do móvel nos anos 1930 e 40 (Giustina, 2001).

Nos anos 1930, não se pode deixar de ressaltar a Móveis Cimo, empresa que, desde 1873, está estabelecida em Rio Negrinho, SC e na qual ocorreram aplicações de diversas técnicas. Este fato possibilitou a padronização de componentes e a conseqüente montagem em série. A empresa foi pioneira em iniciativas de aproveitamento racional das matas e já praticava e defendia o reflorestamento nos anos 1930 (Giustina, 2001).

No começo dos anos 1940, a madeira se tornou escassa no mercado mundial, devido à interrupção dos trâmites normais do comércio devido à

Segunda Guerra e a Móveis Cimo tornou-se também exportadora dessa matéria-prima, principalmente sob a forma de compensados (Santos, 1993).

Os anos 1940 foram marcados pela revisão das posturas de profissionais, que seguiram o modelo dos grandes centros europeus que procuravam um caminho diferenciado para a fabricação de móveis. Também foi marcado pelo uso das fibras naturais brasileiras, como a juta, o cânhamo e o sisal, precedendo, de forma pioneira, as tendências de uso de materiais nativos (Santos, 1993).

Segundo Santos (1993), obteve-se uma produção que conjugou o espírito moderno do despojamento e simplicidade ao uso de nossos materiais, assegurando ao móvel então produzido uma qualidade universal, e artisticamente elaborada, o que alterou de maneira significativa o aspecto do mobiliário brasileiro.

Apenas nos anos 1960 ocorreu uma mudança significativa no estilo dos móveis produzidos no Brasil. A tônica era a busca por uma arte autenticamente nacional com elementos identificadores da diversidade regional dos móveis brasileiros (Giustina, 2001).

Já nos anos 1970 e 80, o mercado interno vivenciou uma pluralidade de experiências. Os *designers* deixaram sua identidade marcada nos seus móveis com representação da cultura brasileira, utilizando, como principal matéria-prima, a madeira. Houve uma grande variedade de opções, da qual se destacam o móvel de autor, o móvel de massa e o móvel reciclado (Giustina, 2001).

A década de 1980 foi pouco produtiva em relação à anterior. O móvel brasileiro foi comparado, em tecnologia e *design*, ao móvel europeu. A partir de 2001, surgiu uma preocupação com o design ecológico e todo produto que tenha preocupação estética, tecnológica e social com o meio ambiente é considerado como *ecodesign* (Giustina, 2001).

As novas tendências levam a novas condições de consumo. Os produtos devem ser personalizados e simplificados. Além disso, o móvel deve despertar o

compromisso das pessoas com a consciência ecológica e a valorização das culturas, o que vai refletir nas escolhas dos produtos a serem consumidos. Então, espera-se que seja mais valorizada a produção criativa, original e com qualidade (Giustina, 2001).

O *design* brasileiro ainda sofre a influência internacional. Os importadores de nossos móveis trazem seus próprios modelos para serem feitos aqui e o consumidor do mercado interno, em geral, ainda valoriza mais o *design* importado. Assim, o desafio do *designer* consiste exatamente em adquirir maior consciência sobre a essência e o significado desses conceitos e incorporá-los adequadamente ao projeto (Giustina, 2001).

O *design* tem a tarefa de responder a aspectos de uso e aos requisitos estéticos, mas, sobretudo, simbólicos (Dorfles, 1989, citado por Santos, 1994).

O Brasil iniciou um processo no desenvolvimento de seus produtos de forma competitiva, diferenciada e que trará consigo uma identidade própria. As características culturais ocasionaram aos móveis brasileiros a grande diferença para atuar no mundo globalizado e também dentro do próprio país, valorizando-se desde a cultura até a matéria-prima utilizada, para proporcionar identidade aos nossos móveis (Giustina, 2001).

Algumas recomendações são necessárias para refletir sobre os valores, em termos de linguagem, que identificam a cultura e ecologia, através do *design*. O que vai avivar e firmar a identidade cultural dos produtos começa pela conscientização, por parte dos produtores do setor, na valorização da riqueza das linguagens, como forma, cor, signos, conteúdos e processos tecnológicos, reutilizando essas formas e seu caráter gráfico como meio de conquistar novos espaços e gerar sua própria riqueza (Quirós, 1994).

## **2. 4 Ecoeficiência**

A conscientização acerca dos problemas ambientais aponta para a necessidade de se estabelecer um equilíbrio entre as questões ecológicas, sociais, culturais e econômicas, embora ainda existam dificuldades em conceituar e implantar a almejada sustentabilidade (Casagrande Júnior, 2004).

De acordo com Epelbaum (2004), pode-se afirmar que a contenção da deterioração do meio-ambiente, provocada pelas ações humanas, depende de três variáveis: a população, a procura do bem-estar humano e a ecoeficiência das tecnologias aplicadas, isto é, o modo como o metabolismo do sistema produtivo é capaz de transformar os recursos ambientais em bem-estar humano. Portanto, considerando o crescimento demográfico previsto e, conseqüentemente, a busca do aumento do bem-estar pela população dos países em desenvolvimento, a ecoeficiência das tecnologias aplicadas se destaca, pois deverá ser aumentada pelo menos dez vezes para atingir a condição de sustentabilidade (Manzini & Vezzoli, 2002).

A utilização do conceito da ecoeficiência pode acrescentar mais valor ao produto. Utilizar menos materiais e energia provoca menor impacto ambiental e é aplicável a todos os setores da indústria e a todas as fases do ciclo de vida do produto (Schmidheiny, 1992).

A ecoeficiência é um conceito empresarial que utiliza o tecido empresarial para atingir maior valor. Deve-se usar menos materiais e energia e reduzir as emissões de gases poluentes. Aplica-se a todos os setores da empresa, desde o marketing, o desenvolvimento do produto até a produção e distribuição. Este conceito centra-se em três objetivos:

1. redução do consumo de recursos: inclui minimizar a utilização de energia, materiais, água e solo, favorecendo a reciclabilidade e a durabilidade do produto e fechando o ciclo de materiais;

2. redução do impacto na natureza: inclui a minimização das emissões gasosas, descargas líquidas, eliminação de desperdícios e a dispersão de substâncias tóxicas, assim como promover a utilização sustentável de recursos renováveis;
3. melhoria do valor do produto ou serviço: o que significa fornecer mais benefícios aos clientes, por meio da funcionalidade, flexibilidade e modularidade do produto. Fornecer serviços adicionais e concentrar-se em vender necessidades funcionais de que, de fato, os clientes necessitam, com menos materiais e menor utilização de recursos (Furtado et al., 1997).

A preocupação ecológica reflete nos custos, já que considera o tempo gasto nas operações, os materiais utilizados e a redução de energia de produção (Kmita & Guimarães, 2006).

Assim, a indústria dispõe de ferramentas para reorientar o sistema de produção de bens e serviços, com o emprego de produção mais limpa, *ecodesign* e outros meios ambientalmente adequados. Para isso, é necessário re-qualificar os funcionários. Só assim seria possível evitar o uso equivocado dos termos “verde”, “eco”, “ecologia” ou da expressão “desenvolvimento sustentável”, provocado pelo despreparo dos agentes ou pela deliberada “maquiagem verde” (Furtado et al., 1997).

## **2.5 Produção mais limpa**

Os princípios da produção limpa (*clean production*) surgiram nos anos 1980. Trata-se de uma proposta da organização ambientalista internacional, descrita pelo Greenpeace (1998). Neste documento, criou-se a campanha para uma mudança mais profunda do comportamento industrial.

A boa idéia ganhou maior visibilidade a partir de 1989, quando a agência da ONU, dedicada ao meio-ambiente, Programa das Nações Unidas para

o Meio Ambiente (PNUMA) criou o Programa de Produção Mais Limpa. As diferenças entre produção limpa e produção mais limpa são sutis. Produção limpa consiste em um modelo de administração industrial para reorientar a geração de bens e serviços, segundo a visão atual de sistema de produto (Furtado et al., 1997).

Segundo Farias et al. (2008), produção limpa significa uma abordagem preventiva na gestão ambiental, que possui técnicas que são utilizadas em um programa de produção mais limpa, que são: (1) redução na fonte, dividida em: (a) mudanças no produto e (b) controle no processo que, por sua vez, é subdividido em: boas práticas operacionais, trocas de insumos e mudanças tecnológicas e (2) reciclagem, podendo ser dentro ou fora do processo, dividido em: (a) uso e reuso e (b) recuperação

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (1989), produção mais limpa (PML) consiste em:

1. processo - conservação de materiais, água e energia; eliminação de materiais tóxicos e perigosos; redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões e resíduos, na fonte, durante a manufatura;
2. produto - redução do impacto ambiental e para a saúde humana, durante todo o ciclo: da extração da matéria-prima, manufatura, consumo e ou uso na disposição e ou descarte final.

Para o grupo Greenpeace (1998), produção limpa (PL) é:

1. processo - atóxico, energia-eficiente; utilizador de materiais renováveis, extraídos de modo a manter a viabilidade do ecossistema e da comunidade fornecedora ou, se não-renováveis, passíveis de reprocessamento atóxico e energia-eficiente; não poluidor durante todo o ciclo de vida do produto; preservador da diversidade da natureza e da cultura social; promotor do desenvolvimento sustentável;

2. produto - durável e reutilizável; fácil de desmontar e remontar; mínimo de embalagem; utilização de materiais de reciclados e recicláveis.

O conceito de produção limpa questiona e propõe a eliminação ou a substituição da estrutura industrial linear clássica (Figura 2). Esta estrutura baseia-se no modelo linear, responsável pela prática de contenção dos resíduos (poluição) na fábrica, para posterior tratamento e descarte.

### **Estrutura industrial linear clássica**

Manejo não  
sustentável



Fonte → Mat. Prima → Manufatura → Consumo → Descarte



**RESÍDUOS**

FIGURA 2 Estrutura industrial linear clássica da produção industrial.

Fonte: Adaptado de Furtado et al. (1997).

A produção limpa propõe a estrutura circular (Figura 3), de maior ecoeficiência e eficácia, ao defender a prevenção da geração de resíduos e promover maior economia de água e energia (Furtado et al., 1997).

É importante substituir o modelo econômico e industrial, no qual se propõe a transformar a ecologia em economia, pelo modelo no qual a “economia se transforme em ecologia”, substituindo o modelo estrutura industrial linear pela estrutura circular. Surgem os conceitos ou tendências, baseados em ecologia



conceito de *design*. Nesta nova concepção são considerados vários aspectos, como ergonômicos, tecnológicos, econômicos, ambientais, sociais, estéticos e antropológicos (Venzke, 2002).

Propor o desenvolvimento do *design* para a sustentabilidade, segundo Manzini & Vezzoli (2002), significa capacitar o sistema produtivo para corresponder à expectativa social de bem-estar, utilizando uma quantidade de recursos ambientais consideravelmente inferiores aos níveis atualmente praticados.

O termo *ecodesign* designa uma nova maneira de desenvolver produtos em que é atribuída aos aspectos ambientais a mesma importância dos aspectos de funcionalidade, durabilidade, custo, tempo para o mercado, estética, ergonomia e qualidade. O objetivo de melhorar o desempenho ambiental dos produtos ao longo do seu ciclo de vida pode ser visto como uma maneira de desenvolver produtos alinhados ao conceito de desenvolvimento sustentável (Brezet, 1997).

Neste conceito há a inserção da dimensão ambiental no processo de desenvolvimento do produto. Os atributos ambientais são considerados também como objetivos e oportunidades. Eles orientam o processo de desenvolvimento, aliando-se a outras características, como eficiência, qualidade, funcionalidade, estética, custo e ergonomia (Peneda, 1994).

O *ecodesign* é considerado uma ferramenta que atua no processo de comunicação entre o *designer*, o empresário e a sustentabilidade ambiental. Trata-se não somente da questão ecológica, mas também da parte social e ética, criando produtos que sejam ecologicamente corretos em todas as etapas do seu ciclo de vida. Ele abrange desde a extração da matéria-prima até a sua disposição final, passando pela gestão dos seus resíduos, ou seja, quase sempre envolvendo fases de projeto como fabricação, transporte, instalação, utilização e gestão de resíduos. Além disso, com a utilização do *design* como uma

ferramenta criativa, é possível agregar valor ao produto final (Farias et al., 2008).

A teia das estratégias do *ecodesign* (Figura 4) pode ser observada no processo de desenvolvimento de produtos nos diferentes setores da economia, em especial naqueles que empregam matéria-prima florestal como o setor mobiliário. Assim, deve-se buscar integrar a eficiência produtiva e coletiva por meio de ações organizadas para promover o desenvolvimento de um novo conceito de móvel, o móvel sustentável ou o biomóvel (Farias et al., 2008).



FIGURA 4 Teia das Estratégias do *Ecodesign* (2007).

Fonte: Adaptado do United Nations Environmental Programme (Farias et al., 2008).

O principal objetivo do *ecodesign* é a criação de produtos ecoeficientes, sem comprometer seus custos, sua qualidade e as restrições de tempo para a fabricação (Venzke, 2002).

## **2.7 Desenvolvimento de um produto sustentável por meio do resíduo da lavoura cafeeira**

O uso de madeiras mais adequadas será uma exigência dos consumidores conscientes da nova realidade e da preservação de um conjunto de valores singulares de cada cultura e da maior responsabilidade de cada um em relação ao meio ambiente (Giustina, 2001).

A diversificação do uso das madeiras torna necessárias estratégias de agregar valor aos produtos, centradas na necessidade dos consumidores. Assim, tem-se, como uma opção, a utilização da madeira do cafeeiro para confeccionar uma nova linha de produtos de madeira sólida (móveis). É uma alternativa para os resíduos gerados nas indústrias cafeeiras, que são utilizados como combustível pelas fazendas, o que gera maior concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera ou vendidos no comércio regional, por um valor pequeno. Porém, na maioria dos casos, estas madeiras são simplesmente abandonadas e queimadas nas próprias lavouras.

A eficiência produtiva e os ganhos advindos de ações conjuntas de micro e pequenas empresas assumem dimensões mais complexas, podendo gerar processos virtuosos de inovação ambiental e de aprendizado coletivo em estágios mais avançados nos ciclos de vida de produtos. Eles concentram-se em oportunidades de negócio e permitem que as empresas tornem-se mais responsáveis, do ponto de vista ambiental (*ecodesign*) e mais lucrativo, por agregarem maior valor ao produto final (Nascimento & Venzke, 2006).

A inovação é fundamental para assegurar o sucesso de qualquer empresa; as instituições, incapazes de inovar, vão desaparecer. Contudo, apenas as inovações aceitas pela sociedade em geral podem se tornar bens de desenvolvimento sustentável. A integração da sustentabilidade nos processos empresariais é o maior desafio, mas, se não for concretizada devidamente, as

empresas não conseguirão se desenvolver de forma sustentável (Dormann & Holliday, 2000).

A aceitação das madeiras nativas alternativas e ou reflorestadas introduzidas no mercado passa por uma análise dos produtos. Neste processo, levam-se em conta certas características que representam o diferencial no mercado (Giustina, 2001). Dentre essas características destacam-se:

- culturais → tendências, estética;
- técnicas → materiais, mecanismos, funções;
- segurança → tipos de usos;
- ergonômicas → tipos de usos;
- econômicas → marketing, processos.

Estes fatores serão decisivos para a penetração e o sucesso dos produtos num mercado competitivo.

Assim, para assegurar a sustentabilidade do produto, não apenas no enfoque ecológico como nas questões acima relacionadas, este trabalho teve a preocupação de caracterizar a madeira quanto às suas propriedades anatômicas, físicas, químicas e mecânicas, o que será de grande importância para assegurar esta linha de produto no mercado.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização do material

Foi utilizada a madeira de *Coffea arabica* L., proveniente do município de Três Pontas, MG. O local em que foi coletado o material possui, aproximadamente, cinco hectares de área plantada com a cultivar do Mundo Novo, espécie *Coffea arabica*, dispostos no sistema adensado (Figura 5), com cerca de 15 anos. Devido à baixa produtividade, foi necessária a renovação total da área.



FIGURA 5 Lavoura disposta no sistema adensado.

Foram coletados, aproximadamente, 15 m<sup>3</sup> de madeira do cafeeiro, selecionada, de acordo com suas dimensões, entre 100 a 130 cm de comprimento e 8 a 10 cm de diâmetro. (Figura 6). A coleta do material foi executada por um trator, arrancando o arbusto inteiro.



FIGURA 6 Material coletado no campo.

Com o emprego de uma motosserra, os troncos foram desgalhados e cortados rente às raízes. Todo material foi conduzido ao Laboratório de Usinagem da Madeira do Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), armazenado em pilhas, sem contato direto com o chão, em uma área aberta e coberta, para a secagem natural, durante o período de cinco meses.

### **3.2 Caracterização anatômica**

Na análise anatômica das madeiras de *Coffea arabica*, foram adotadas as normas de procedimentos para estudos em anatomia de madeira (International Association of Wood Anatomists-IAWA, 1989). Foram retirados 12 discos da base de diferentes arbustos, confeccionando cunhas opostas, totalizando 24 amostras.

Prepararam-se corpos-de-prova com dimensões de, aproximadamente, 2,5 x 2,5 x 2,5 cm, para a confecção das lâminas permanentes. Os corpos-de-

prova foram molhados com uma solução de água e glicerina (1:1), em pequenos intervalos, para facilitar a obtenção dos cortes.

As mensurações e as descrições das estruturas anatômicas nas lâminas foram executadas por meio do equipamento com câmera de captura de imagem com software específico (WinCellPro, de concepção canadense – Regent Instruments), no Laboratório de Anatomia do DCF/UFLA.

### 3.3 Caracterizações das propriedades físicas

Para a caracterização física, foram coletados 12 discos de base de diferentes arbustos. Seguindo a norma NBR 11941 (Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT, 2003), determinou-se a densidade básica da madeira pelo método de imersão.

### 3.4 Análise química

Foram utilizados 12 troncos representativos da amostragem, escolhidos aleatoriamente para a confecção de discos retirados da base, para os procedimentos da análise química da madeira de *Coffea arabica*. A partir desses troncos, foram retirados cavacos na mesma proporção em cada disco para a produção de uma amostragem única, que foi utilizada em triplicata nas análises químicas, seguindo as normas da Associação Brasileira de Celulose e Papel-ABCP (1974); (Goldschimid, 1971; Gomide & Demuner, 1986), conforme Tabela 2.

TABELA 2 Descrição das normas utilizadas para a análise química da madeira.

| Ensaio químicos                            | Normas/Procedimento      |
|--|--------------------------|
| Determinação de extrativos em água fria    | ABCP M4/68 (ABCP, 1974)  |
| Determinação de extrativos em água quente  | ABCP M4/68 (ABCP, 1974)  |
| Teor de lignina solúvel em ácido sulfúrico | (Goldschimid, 1971)      |
| Teor de lignina insolúvel                  | (Gomide & Demuner, 1986) |
| Teor de cinzas                             | ABCP M11/77 (ABCP, 1974) |

### **3.5 Propriedades mecânicas**

Para a caracterização mecânica da madeira de *Coffea arábica*, confeccionaram-se corpos-de-prova no Laboratório de Usinagem da Madeira do DCF/UFLA, conforme British Standards Institution (1957). A escolha da norma britânica deu-se, principalmente, pela dificuldade de produzir corpos-de-prova livres de defeitos, com as dimensões exigidas por outras normas. Este fato se deu devido ao fato de a madeira do cafeeiro possuir grande quantidade de nós próximos.

Os corpos-de-prova utilizados para ensaio de compressão paralela às fibras e dureza, livres de defeitos, foram produzidos com as dimensões de 2 x 2 x 6 cm. Os ensaios foram realizados na Máquina Universal de Ensaio, modelo EMIC DL – 30.000.

Os corpos-de-prova foram transportados para a sala de climatização [T = (20±2)°C e UR = (60±5)%] para acondicionamento, com controle de pesagens sucessivas, até um valor constante, para aferir a umidade da madeira.

### **3.6 Produção dos móveis de madeira de cafeeiro**

Os móveis (banco, mesa e cadeira) foram confeccionados, dentro dos conceitos de *ecodesign* e ecoeficiência, e também de produção mais limpa. Propôs atender às necessidades do consumidor e explorar as potencialidades da madeira do cafeeiro. Os móveis foram confeccionados no Laboratório de Usinagem da Madeira do DCF/UFLA, utilizando os parâmetros recomendados como números de dentes, diâmetro e ângulos das ferramentas de cortes, velocidade de avanço e de corte, altura de corte e rotação dos eixos das máquinas de usinagem, conforme os procedimentos já estabelecidos e utilizados para corte de madeiras convencionais.

Após uma seleção dos troncos de acordo com o produto confeccionado, a madeira usinada passou pelos processos descritos na Tabela 3 e ilustrados nas Figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

TABELA 3 Processo e descrição das condições de usinagem.

| Operação                                | Descrição   | Produto                 |
|---|---|-------------------------|
| Serramento em serra de fita             | Limpeza das pontas das ramas e corte de uma face do tronco. | Bancos, cadeira e mesa. |
| Aplainamento em plaina desempenadeira   | Aplainar uma das faces                                      | Bancos, cadeira e mesa. |
| Serramento em serra circular            | Cortar nas medidas brutas                                   | Bancos e cadeira.       |
| Aplainamento em plaina desengrossadeira | Deixar os perfis na mesma espessura                         | Bancos, cadeira.        |
| Serramento em serra circular            | Cortar as medidas exatas                                    | Bancos, cadeira e mesa. |
| Fresamento em fresa moldureira          | Moldurar as peças   | Bancos, cadeira.        |
| Prensagem com grampos                   | Descanso para colagem                                       | Cadeira.                |
| Lixamento em lixadeira de cinta         | Lixar com gramatura 100 e posteriormente 150                | Bancos, cadeira.        |
| Montagem final                          | Montar o produto  | Bancos, cadeira e mesa. |
| Acabamento                              | Aplicar seladora e verniz P.U.                              | Bancos, cadeira e mesa. |



FIGURA 7 Uniformizar os troncos.



FIGURA 8 Retirar as cascas.



FIGURA 9 Aplainar face dos troncos.



FIGURA 10 Confeção dos perfis.



FIGURA 11 Produzir perfis na mesma espessura.



FIGURA 12 Perfis prontos.

### 3.6.1 Bancos

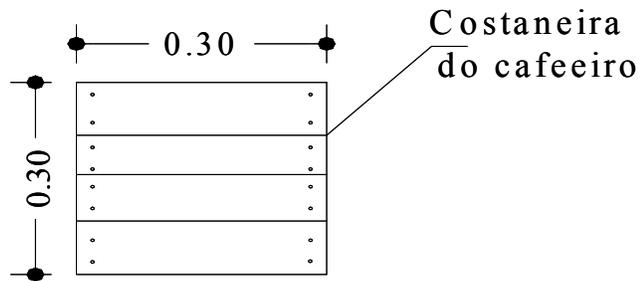
A partir de conceitos do *redesign* foram confeccionados bancos típicos nos cenários das grandes e pequenas fazendas. Foram utilizadas tanto as costaneiras da madeira do cafeeiro como peça aparelhada. Reproduziu-se um modelo existente no mercado nacional (Figura 13).



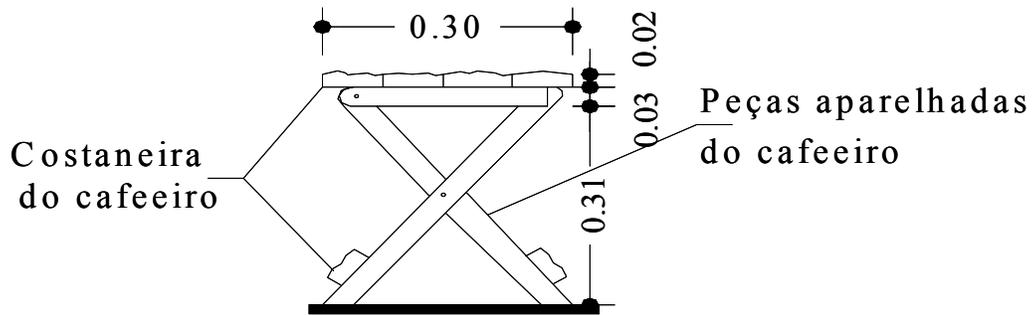
FIGURA 13 Modelo utilizado do banco de madeira.

Foi feita uma releitura, utilizando-se peças da madeira do cafeeiro e de *Eucalyptus* spp.

Primeiramente foi confeccionado, um banco de estrutura em madeira do cafeeiro. As conexões dos pés foram feitas com parafusos. O assento e os apoios para os pés foram fixados com cola PVA extraforte e pregos. No assento, utilizou a costaneira da madeira do cafeeiro, como alternativa para otimizar o rendimento dos troncos. Para o acabamento final, foi utilizada, uma camada de seladora, preparando-a para receber o verniz, base poliuretânica fosco (PU) (Figura 14).



Planta Baixa  
sem escala



Elevação  
sem escala

FIGURA 14 Detalhes construtivos do banco com madeira do cafeeiro.

Outro banco foi feito com a associação da madeira do cafeeiro com madeira de *Eucalyptus* spp. Na estrutura utilizou-se o *Eucalyptus* spp. e no assento, o costaneira do café. Foram empregados os mesmos procedimentos para a fixação das costaneiras no assento e nos apoios aos pés utilizados no banco anterior, como o mesmo processo de acabamento com seladora e verniz. (Figura 15).

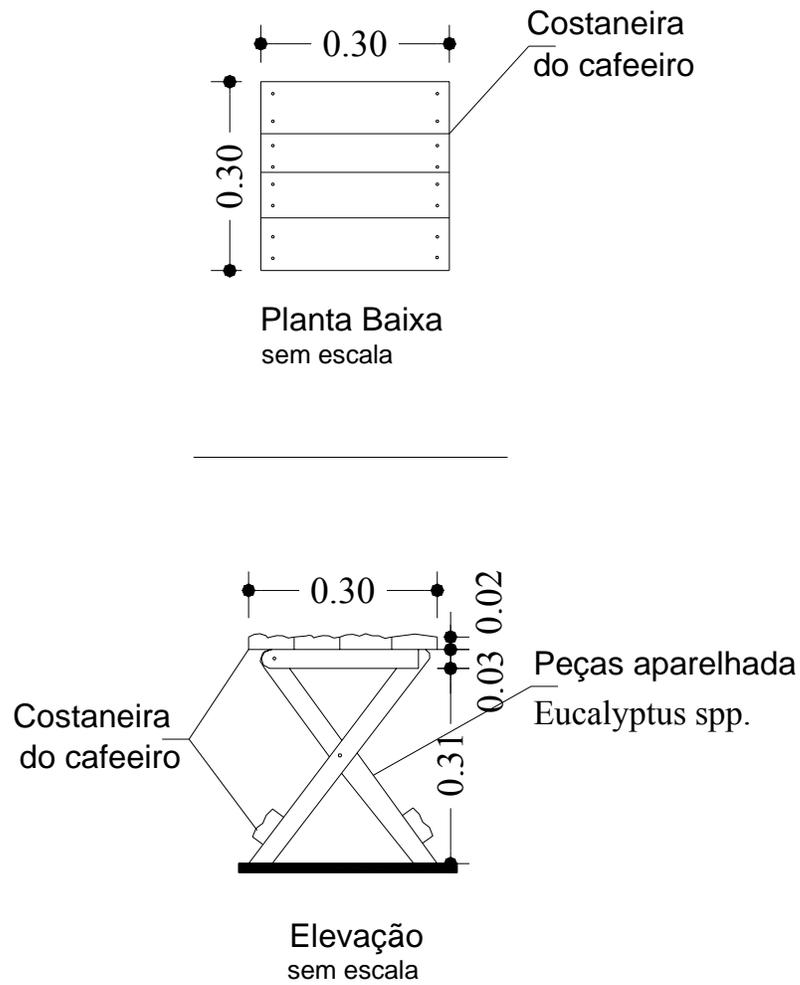


FIGURA 15 Detalhes construtivos do banco de madeira do cafeeiro e *Eucalyptus* spp.

### **3.6.2 Cadeira**

Na cadeira, foi utilizada a madeira do cafeeiro aparelhada e colada associada com madeira de *Eucalyptus* spp.

Para a fixação do assento da cadeira, foi colocada uma peça de madeira parafusada embutida nas estruturas dos pés. Todos os outros componentes, assento, pés dianteiros, pés traseiros e encosto, foram encaixados e colados com cola PVA extraforte.

Para os pés traseiros, foram confeccionadas peças de *Eucalyptus* spp. Tal procedimento se justificou pelo fato de os troncos do cafeeiro apresentarem dimensões entre 8 a 10 cm de diâmetro e 100 a 120 cm de comprimento e os pés exigiam peças maiores, conforme o projeto cadeira observa-se uma única peça com função de pés e encosto da cadeira (Figura 16).

Obtendo um resultado estético marcado, principalmente, pelo contraste entre as cores entre as duas madeiras utilizadas.

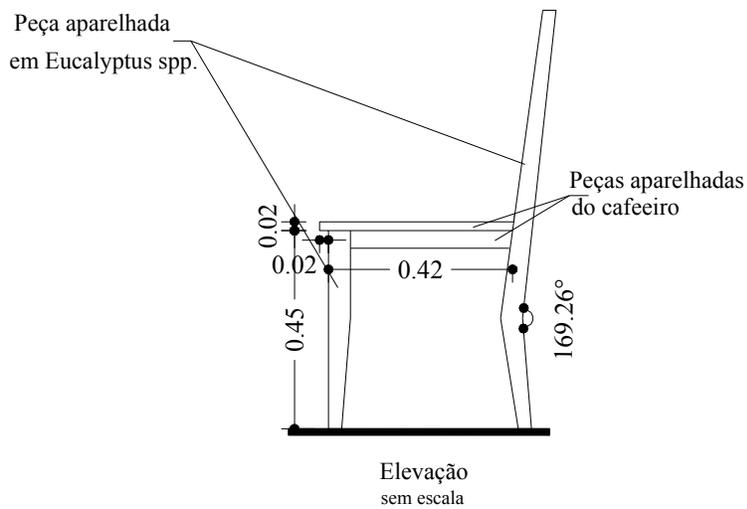
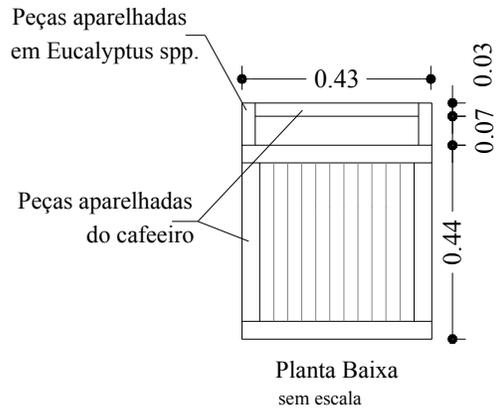


FIGURA 16 Detalhes construtivos da cadeira de madeira do cafeeiro e *Eucalyptus* spp.

### 3.6.3 Mesa

Na confecção da mesa, foram utilizados três troncos do cafeeiro. Toda estrutura foi feita em madeira do cafeeiro bruta, apenas ocorreu a retirada de resíduos das ramas. Os troncos foram preparados com encaixe e posteriormente

fixados por parafusos e colados com cola PVA extraforte. O tampo foi montado em vidro para retratar a utilização conjunta de diversos materiais. Para obter maior estabilidade do vidro, foi feito outro apoio, tipo mão francesa, além dos três existentes (Figura 17).

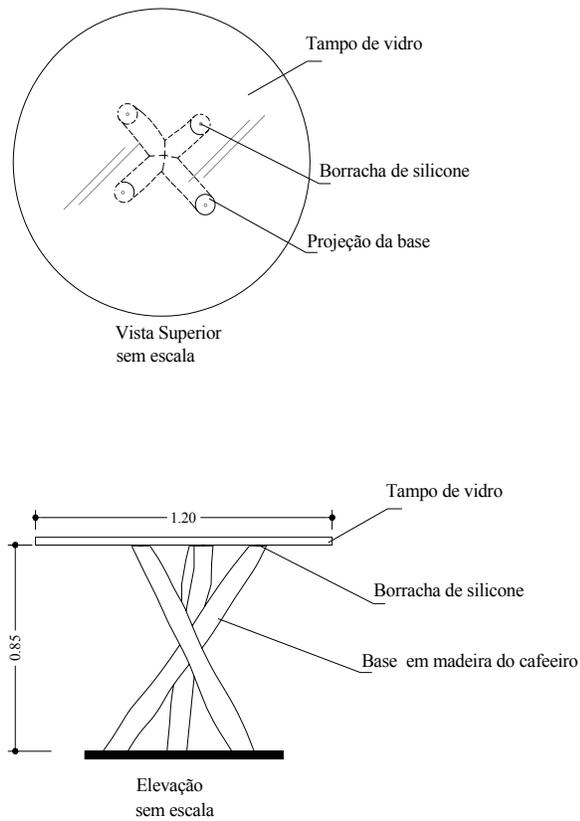


FIGURA 17 Detalhe construtivo da mesa de madeira do cafeeiro.

### 3.6.4 Mercado

Para saber qual a aceitação dos móveis da madeira do cafeeiro no mercado, estes foram expostos na Expocafé 2008 e no XI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira (XI EBRAMEM).

A Expocafé 2008, coordenada pela Universidade Federal de Lavras, foi realizada em 18, 19 e 20 de junho, na cidade de Três Pontas, MG. Seu tema foi “Café com Responsabilidade Ambiental”. O público é formado por produtores de café, que demonstraram curiosidade e apreciação pelas peças. A cadeira foi a que mais se destacou, por não ser possível uma identificação imediata da madeira do cafeeiro. Por se tratar de peças aparelhadas, muitos visitantes se surpreendiam com aparências dos móveis (Figura 18).



FIGURA 18 Móveis expostos na Expocafé 2008.

O XI EBRAMEM foi realizado nos dias 14, 15 e 16 de julho, em Londrina, PR. O público visitante ao stand era composto por pesquisadores, professores e estudantes de graduação e pós-graduação de diversas áreas. Pelos relatos dos visitantes os móveis da madeira do cafeeiro tiveram boa aceitação. As características mais ressaltadas foram textura, coloração e superfície de acabamento.

A cadeira confeccionada em madeira do cafeeiro e *Eucalyptus* spp. foi exposta em duas lojas de móveis da cidade de Lavras, MG, para simular sua venda da cadeira. Esta foi escolhida por ter se destacado nas duas exposições de que participaram. Na avaliação do proprietário da Jmóveis, o valor da cadeira era de, aproximadamente, R\$ 420,00. Já na JPMóveis, ela foi avaliada em R\$ 380,00. Considerando que o mercado procura produtos sustentáveis, se contabilizarmos a matéria-prima utilizada para a confecção dos móveis, possivelmente, o valor final agregado ao produto seria maior.

Durante a permanência da cadeira nas lojas, os clientes puderam também opinar sobre a mesma. Novamente, o móvel foi alvo de curiosidade e aceitação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização anatômica microscópica

**Camadas de crescimento** distintas, individualizadas por zonas fibrosas mais escuras (Figura 19a).

As camadas de crescimento distintas, individualizadas por zonas fibrosas mais escuras, foram observadas pela madeira de *Coffea arabica* L.. Essa ocorrência deve-se ao fato de a região de estudo apresentar estação seca anual com a duração de 5 meses, que conforme estudos de Worbes (1995) com espécies de regiões tropicais, uma estação seca com duração de 2 a 3 meses no ano é condição ambiental necessária para que as espécies formem camadas de crescimento em seu lenho.

**Vasos/poros:** semiporosos, arranjo radial, agrupamentos predominantemente solitários (90%), com contorno circular, de 22-44-67 $\mu$ m de diâmetro, numerosíssimos (em média 50poros/mm<sup>2</sup>); elementos vasculares de 32-60-88 $\mu$ m de comprimento, apêndices variando de curtos a longos e presentes em ambas as extremidades; placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas muito pequenas, medindo, em média 2 $\mu$ m de diâmetro, pontoações guarnecidas presentes; pontoações raio-vasculares com aréolas distintas semelhantes às intervasculares em tamanho e forma (Figura 19a e 19d).

Segundo Carlquist (1988), anéis semiporosos, como encontrados na madeira do cafeeiro, proporcionam à espécie vantagem sobre a porosidade difusa, pois reúnem segurança e eficiência na condução de água. Placa de perfuração (simples), parênquima axial (apotraqueal) e os raios (heterogêneo) e fibras (espessura da parede fina) estão coerentes com as outras espécies da família rubiácea (Paula & Alves, 1970).

Alguns estudos indicam que a presença de placas de perfuração simples nos vasos pode estar relacionada à maior eficiência na condução de água dentro

da planta (Carlquist, 1988; Wheeler & Baas, 1991). Os estudos Schulte & Castle (1993) não sustentam esta teoria porque o ganho em condutividade hidráulica em vasos com placas de perfuração simples, quando comparados com os de placas de perfuração múltiplas, são muito pequenos.

**Parênquima axial:** apotraqueal difuso em agregado, de 1-2 fileiras de células (Figura 19d).

**Raios:** heterogêneos, não estratificados, formado por células procumbentes com 2 a 4 filas de células marginais quadradas e ou eretas, unisseriados e multisseriados (2-3), altos, altura de 7-24-50 células e 1.960-1080-440 $\mu$ m de comprimento, largura de 2-3-5 células e 21-51-93 $\mu$ m de largura, frequência de 4-8-3 raios/mm; presença de células envolventes, raios com dois tamanhos distintos, células radiais perfuradas (Figura 19e, 19g e 19i).

**Fibras:** libriformes não septadas com pontoações areoladas distintas (Figura 19e), curtas a longas, 900-1.363-1.835 $\mu$ m de comprimento, paredes de delgadas a espessa espessura do lume 6-11-17 $\mu$ m, de espessura da parede 4-7-12 $\mu$ m.

Presença de cristais prismáticos de oxalato de cálcio, em câmaras localizadas nas células eretas e ou nas quadradas dos raios (Figura 19h).

A ausência de tilos pode estar relacionada ao tamanho reduzido dos elementos de vaso, inferiores a 80 $\mu$ m e das pontoações intervasculares, menores que 4mm<sup>2</sup>. Medidas com esta ordem de grandeza não propiciam o desenvolvimento dos tilos (Bonsen & Kucera, 1990).

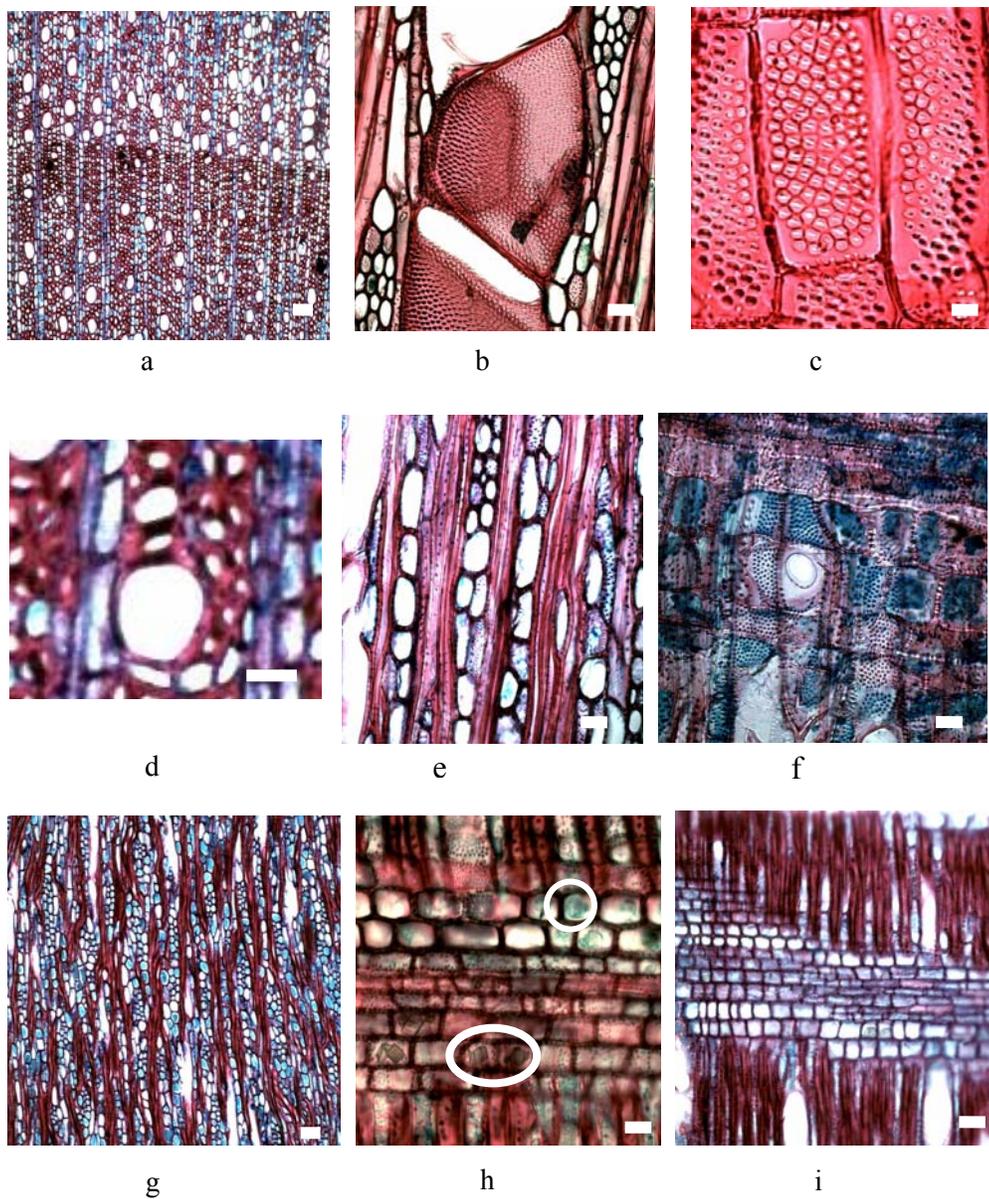


FIGURA 19 Caracterização anatômica da madeira de *Coffea arabica* L., em que: a = camada de crescimento; b = placa de perfuração simples; c = pontoações; d = contorno circular dos poros, e= camada de crescimento, f = células perfuradas de parênquima radial; g = raios: heterogêneos, não estratificados, h = presença de cristais prismáticos de oxalato de cálcio e i = células do raio eretas, procumbentes e quadradas.

Comparando com madeiras utilizadas no setor moveleiro como o mogno (*Swietenia macrophylla*), algumas características, como placa de perfuração simples e pontuações intervasculares alternas diminutas estão presentes na madeira de *Coffea arabica*. Estas características podem interferir na impermeabilização da madeira.

#### 4.2 Propriedades físicas

A densidade básica média encontrada para a espécie foi de 0,608 g/cm<sup>3</sup>, o que a classifica como de densidade média, de acordo com os dados do IPT (1957). Observou-se pequena variação dos valores da densidade básica entre base e o topo do tronco (Tabela 4).

TABELA 4 Variação da densidade básica da madeira de *Coffea arabica* L. no sentido da base para o topo.

| Densidade<br>(g/cm <sup>3</sup> )   | Posição no Tronco |       |       |
|-------------------------------------|-------------------|-------|-------|
|                                     | Base              | Topo  | Geral |
| <b>Mínimo</b>                       | 0,584             | 0,577 |       |
| <b>Média</b>                        | 0,614             | 0,603 | 0,608 |
| <b>Máximo</b>                       | 0,647             | 0,652 |       |
| <b>Coefficiente de variação (%)</b> | 2,9               | 3,2   | 3,2   |

Verifica-se uma queda da densidade básica com o aumento da altura do tronco, um dos padrões gerais para as folhosas, segundo Panshin & Zeeuw (1980). A média encontrada para densidade básica da base foi de 0,614g/cm<sup>3</sup> e para densidade básica média do topo de 0,603 g/cm<sup>3</sup>. Esta pequena variação pode ser explicada pelo fato de os componentes anatômicos não apresentarem diferenças entre base e topo.

Comparando a madeira de *Coffea arabica* L. com madeiras tropicais tradicionalmente utilizadas pela indústria moveleira, observa-se proximidade dos

valores da densidade encontrados neste estudo. A espécie mogno (*Swietenia macrophylla*), utilizada na fabricação de móveis, apresenta uma densidade básica média de  $0,62 \text{ g/cm}^3$  (Melo et al., 1990).

A madeira do cafeeiro pode ser comparadas com outras madeiras como freijó (*Cordia goeldina*), com densidade de  $0,58 \text{ g/cm}^3$  (Paula & Alves, 1997). Considerando assim satisfatória para indústria moveleira.

### 4.3 Análises químicas

O teor de extrativo em água fria encontrado para a madeira de *Coffea arabica* foi de 6,1%. No trabalho de Marcati (1992), com a espécie *Piptadenia peregrina benth*, nome popular angico-vermelho, obteve-se, para extrativo em água fria para o cerne, valor médio de 4,9% e, para o alburno, valor médio de 5,4%, os quais estão abaixo do encontrado pela madeira do *Coffea arabica* L.

Para os teores de extrativos em água quente, o valor médio encontrado para a madeira de *Coffea arabica* L. foi de 9,6%. O valor encontrado por Marcati (1992) para o angico-vermelho, foi de 6,8% no cerne e o valor médio de 7,1% no alburno. Novamente, encontraram-se valores mais altos na madeira de *Coffea arabica* L.

Em extrativo álcool tolueno, o valor médio encontrado para a madeira do cafeeiro foi de 10,3%. Mori (2003) encontrou, para *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho), o valor médio é de 8,7%.

Os níveis altos de extrativos solúveis em água fria, quente e álcool/tolueno, podem ocasionar problemas de corrosividade nas ferramentas utilizadas no processamento. Porém de acordo com os relatado dos técnicos do Laboratório de Usinagem da Madeira do DCF/UFLA, notou-se por comparação com outras madeiras também usinadas, que não ocorreu desgaste anormal da ferramenta de corte.

O teor de cinzas foi de 0,68%. O teor de componentes minerais está diretamente relacionado ao sítio de crescimento da árvore.

#### 4.4 Propriedades mecânicas

As características mecânicas da madeira formam a base para a sua utilização de forma correta, quando a resistência da matéria-prima é fator decisivo para o produto a ser obtido.

Os resultados do ensaio de compressão paralela às fibras em madeira de *Coffea arabica* encontram-se no Tabela 5.

TABELA 5 Valores mínimos, médios, máximos e coeficiente de variação para o ensaio de compressão paralela às fibras da madeira de *Coffea arabica* L.

| Parâmetro               | Módulo de elasticidade (kgf/cm <sup>2</sup> ) | Resistência à compressão paralela (kgf/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|---|--|
| Mínimo                  | 20283   | 298  |
| Média                   | 26682   | 398  |
| Máximo                  | 35928   | 562  |
| Coeficiente de variação | 14,8  | 12,7   |

Marcatti (1992) estudou o e obtiveram, para resistência à compressão paralela às fibras, 495 kgf/cm<sup>2</sup>. A madeira de *Coffea arabica* L. apresentou resultados mais baixos, o que pode ser explicado pelo fato de sua densidade ser menor que a do angico-vermelho (densidade de 0,70 g/cm<sup>3</sup>). Para o módulo de elasticidade, a mesma autora encontrou valores menores, tendo, para o ensaio em madeira verde, sido de 10.680 kgf/cm<sup>2</sup>.

No ensaio de dureza janka perpendicular às fibras em madeira de *Coffea arabica* L., o resultado médio encontrado foi 627 kgf.

Gonzalez et al. (2006) encontraram, para espécie de *Eucalyptus grandis*, o resultado médio de 664 kgf. Assim, a madeira de *Coffea arabica* L. apresentou resultados menores. Mesmo fato ocorreu no estudo de Marcati (1992), que encontrou resultado médio de 639 kgf para o angico-vermelho. Desse modo, a rigidez e a resistência mecânica da madeira de *Coffea arabica* L. são menores que outras espécies utilizadas na fabricação de móveis. Porém foi observado boa resistência durante a confecção dos móveis.

#### **4.5 Móveis**

As peças de mobiliário desenvolvidas foram de formas simples dentro dos padrões e conceitos do *ecodesign*.

##### **4.5.1 Banco com madeira do cafeeiro**

A madeira do cafeeiro possui grande quantidade de nós (Figura 20), explicado pelo fato de ser um arbusto com crescimento contínuo, que apresenta dimorfismo dos ramos necessários para produção de frutos que apresentam grande valor econômico. Porém, esta característica não ocasionou maiores dificuldades operacionais na usinagem.

Os desenhos gerados pelos nós conferiram ao banco boa aparência e não prejudicaram sua qualidade; ao contrário, garantiram maior valor estético ao produto final.



FIGURA 20 Peças produzidas da madeira do cafeeiro.

Para o assento dos bancos foram utilizadas as costaneiras do cafeeiro. Visualmente, obteve-se um produto rústico vinculado a cultura do café. A identificação da madeira do cafeeiro pela costaneira usada foi facilitada (Figura 21).

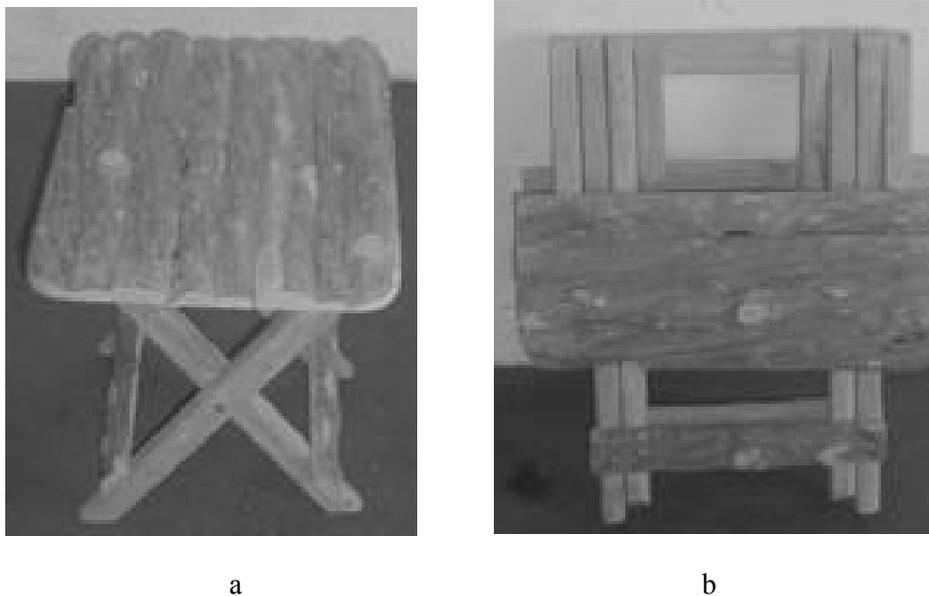


FIGURA 21 Bancos confeccionados com madeira de *Coffea arabica*: a = modelo aberto, b = modelo fechado.

Os pés do banco foram confeccionados com os perfis da madeira do cafeeiro, porém, sua identificação como madeira do cafeeiro foi mais difícil, devido, principalmente, não ter referencial anterior do seu uso em móveis e também pelo fato de sua cor ser muito próxima à de outras madeiras. A resistência do banco foi questionada pela falta de conhecimento da madeira empregada que, até então, era utilizada para a produção de energia.

A madeira do cafeeiro também se comportou bem quanto ao uso de parafusos, pregos e na confecção de encaixes, bem como no processo de acabamento da superfície com verniz, segundo relatos dos técnicos em marcenaria do Laboratório de Usinagem da Madeira - LUM (DCF/UFLA).

A serragem produzida pela madeira do cafeeiro apresentou-se bastante fina, de cor amarelada e não foi constatada nenhuma reação alérgica nos técnicos em marcenaria do LUM (DCF/UFLA).

#### 4.5.2 Banco misto

Esteticamente, os bancos mistos obtiveram os mesmos resultados do banco de madeira do cafeeiro, pelo fato de a madeira do *Eucalyptus* spp. utilizada ter a coloração próxima à da madeira do cafeeiro (Figura 22).



a



b

FIGURA 22 Banco confeccionado com madeira de *Coffea arabica* L. e *Eucalyptus* spp., em que: a = modelo aberto, b = modelo fechado.

Novamente, no assento foi utilizada a costaneira do cafeeiro. Nos pés, foi utilizada a madeira de *Eucalyptus* spp. na cor amarelo-castanho, que se aproxima da cor da madeira do cafeeiro.

O banco misto também não demonstrou problemas quanto ao uso de parafusos, pregos, na confecção de encaixes e no o acabamento superficial com verniz.

Considerando a utilização da madeira de *Eucalyptus* spp na estrutura do banco, pode-se esperar uma maior resistência mecânica do mesmo.

#### 4.5.3 Cadeira

As peças utilizadas pra a confecção dos pés traseiros possuem dimensões mínimas de 20 x 90 cm (largura x comprimento). Isto é devido ao ângulo de inclinação do encosto da cadeira, segundo especificado no projeto. Assim explorou a diversidade cromática das madeiras reflorestadas e confeccionou os pés traseiros em *Eucalyptus* spp., com cor vermelha contrastando com a madeira do cafeeiro que é amarelo- castanho.

Devido às pequenas dimensões dos troncos da madeiras do cafeeiro, foi necessário utilizar acessórios que alongavam a peça para assegurar a distancia ideal entre a mão do operador e a ferramenta de corte.

O encosto e o assento da cadeira foram feitos com perfis colados lateralmente, olados com cola PVA extraforte, que resultou em painéis com superfície lisa e de boa qualidade. Devido à grande quantidade de nós presentes na madeira do cafeeiro, os painéis apresentaram “desenhos”, o que agregou maior valor ao produto (Figura 23).

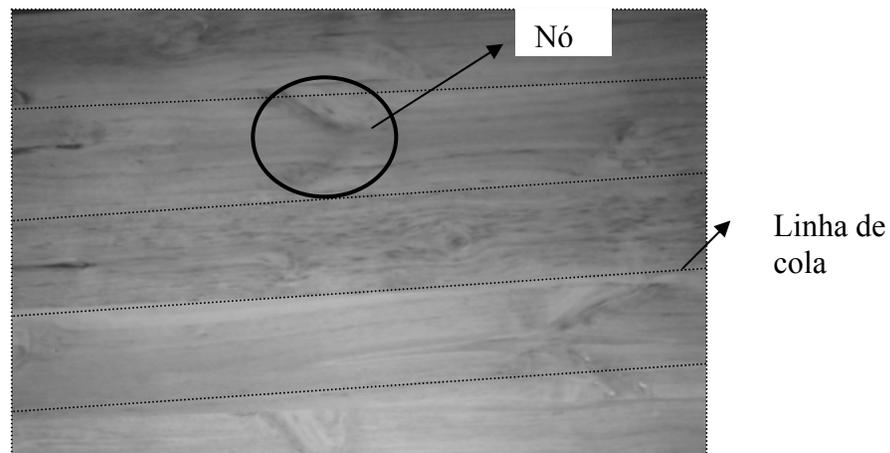


FIGURA 23 Painel de madeira lateralmente colada do cafeeiro.

Para reduzir os empenamentos dos painéis de madeira do cafeeiro, colocou uma peça perpendicular, da mesma madeira, nos topos dos painéis. Para tanto, foi necessária a confecção de junções tipo rasgo. Esta travessa também assegurou bom resultado estético à cadeira (Figura 24).

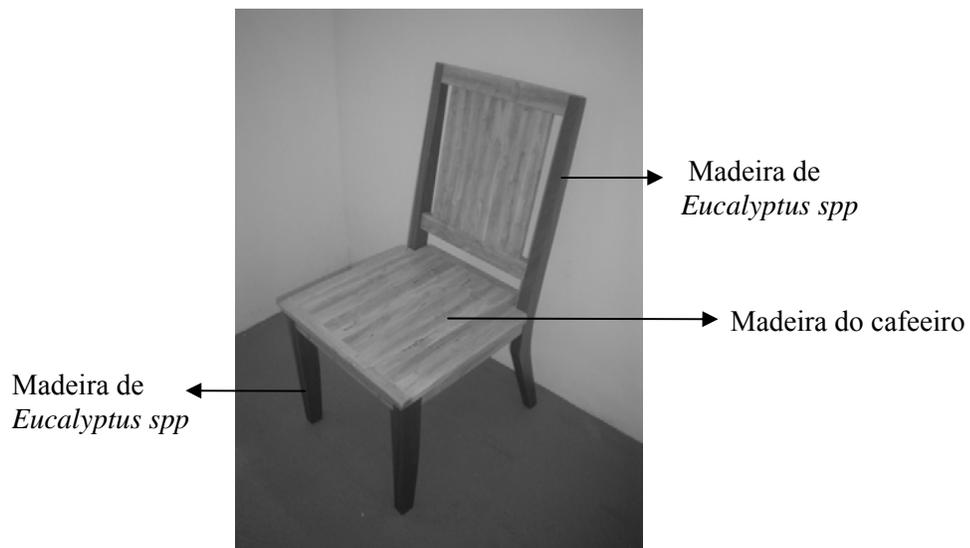


FIGURA 24 Cadeira em madeira do cafeeiro associada com *Eucalyptus spp*.

Na cadeira, foram utilizadas peças aparelhadas (prismáticas) para produzir um móvel elaborado, ou seja, não rústico e sem apresentar vínculo com a tradição do café.

O acabamento superficial empregado foi o mesmo procedimento dos bancos.

#### 4.5.4 Mesa

As fases de confecção da base da mesa encontram-se ilustradas na Figura 25. Esta mesa foi desenvolvida com a associação entre a madeira do cafeeiro e o vidro. A base possui três pés e quatro braços de tronco de cafeeiro

que apóiam o tampo de vidro e proporcionam maior estabilidade. O tampo de vidro foi apoiado sobre borrachas de silicone.



a



b

FIGURA 25 Fases da confecção da mesa.

O resultado foi um móvel simples, de caráter rústico (Figura 26).



FIGURA 26 Mesa de madeira do cafeeiro com tampo de vidro.

## 5 CONCLUSÕES

- A madeira de *Coffea arabica* apresentou o lenho de textura fina, superfície com brilho e grande quantidade de nós e de grande valor decorativo.
- As características anatômicas não apresentaram diferenças significativas da base para o topo.
- As propriedades de resistência mecânica da madeira de *Coffea arabica* L. foram baixas com referências a outras madeiras de uso estrutural.
- A madeira de *Coffea arabica* L. apresentou bom desempenho na usinagem.
- Do ponto de vista comercial, houve interesse e curiosidade pela madeira e pelos móveis de *Coffea arabica* L.
- A madeira do cafeeiro em associação com a de *Eucalyptos spp.* apresentou um contraste de cores evidenciado esteticamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A ARTE do tempo, o tempo da arte. **Revista Casa Vogue**, São Paulo, v.142, n.10, p.35, abr. 2002.

ANDRADE, M.W. GPC qualidade do café produzido pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em seis safras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 7., 2005, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU/DEAGRO, 2005. p.26-29.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. **História do café**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 1 jun. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: determinação da densidade básica da madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas técnicas ABCP**. São Paulo, 1974. 6p.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Panorama da indústria moveleira brasileira**: relatório BNDES setorial, nº 8. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/publica/setor\\_old.htm](http://www.bndes.gov.br/publica/setor_old.htm)>. Acesso em: 3 fev. 2008.

BONSEN, K.J.M.; KUCERA, L.J. Vessel occlusions in plants: morphological, functional and evolutionary aspects. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.11, n.4, p.393-399, 1990.

BREZET, H. Dynamics in ecodesign practice. **Industry and Environment**, Paris, v.20, n.59, p.1-3, Feb. 1997.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 373**: methods of testing small clear specimens of timber. London, 1957. 31p.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.

BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J.V.; FOELKEL, C.E.B.; VESZ, J.B.V. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose: IV., altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para arvores de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 36., 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Celulose e Papel, 1987. p.13-17.

CAIXETA, R.P. **Propriedades da madeira de Eucalyptus**: classificação e seleção de genótipos utilizando marcador molecular e análise multivariada. 2000. 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARLQUIST, S. **Comparative wood anatomy**: systematic ecological and evolutionary aspects of dicotyledonean wood. Berlin: Springer-Verlag, 1988. 15p.

CASAGRANDE JÚNIOR, E.F. **Inovação tecnológica e sustentabilidade**: possíveis ferramentas para uma necessária interface. Curitiba: CEFET, 2004. Disponível em: <[www.ppgte.cefetpr.br/selecao/2005/leituras/casagrandeJr2004.pdf](http://www.ppgte.cefetpr.br/selecao/2005/leituras/casagrandeJr2004.pdf)>. Acesso em: 1 jun. 2007.

CHIMELLO, J. **Anotações sobre anatomia e identificação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1980. 53p. Apostila.

DORMANN, J.; HOLLIDAY, C. **Conselho regional para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://www.bcsdportugal.org/content/index.php?action=detailFo&rec=226>>. Acesso em: 1 jun. 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Café**. Disponível em: <<http://www.embrapacafe.com.br>>. Acesso em: 3 abr. 2008.

EPELBAUM, M. **A influência da gestão ambiental na competitividade e no sucesso empresarial**. 2004. 190f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FARIAS, M.G.; LANGER, R.R.; SILVA, A. **Ecodesign e produção mais limpa**: inovação em produto no APL madeira móveis. Florianópolis: UFSC, 2008. 13p.

FURTADO, J.S.; MARGARIDO, A.C.; SILVA, E.R.F.; SILVA, M.L.P.; STRAUBE, C.; SUZUKI, S. **Prevenção de resíduos na fonte & economia de água e energia**: programa de produção limpa. São Paulo: USP, 1997. Disponível em: <[www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa](http://www.vanzolini.org.br/areas/desenvolvimento/producaolimpa)>. Acesso em: 2 mar. 2008.

GIUSTINA, M.D. **As madeiras alternativas como opção ecológica para o mobiliário brasileiro**. Florianópolis: UFSC, 2001. 147p.

GOLDSCHIMID, O. Ultra violet spectra. In: SARKANEN, K.V.; LUDWIG, C.H. **Lignins**: occurrence, formation structure and reactions. New York: J.Willey, 1971. p.241-226.

GOMIDE, J.L.; DEMUNER, B.J. Determinação de teor de lignina em material lenhoso: klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v.47, n.8, p.36-38, ago. 1986.

GONÇALEZ, J.C.; BRENDA, L.C.S.; BARROS, J.F.M.; MACEDO, D.G.; JANIN, G.; COSTA, A.F.; VALE, A.T. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.3, p.329-341, maio/jun. 2006.

GREENPEACE. **Produção limpa**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org>>. Acesso em: 3 abr. 2008.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.10, n.3, p.219-332, Sept. 1989.

JANE, F.W. Aspects of the study of wood anatomy. **Science Progress**, London, v.3, n.12, p.439-454, Dec. 1934.

KMITA, S.F.; GUIMARÃES, L.B.M. **O ecodesign, o design for assembly(DFA) e a ergonomia como ferramentas para concepção de produtos**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. 13p.

KOLLMANN, F.F.P.; COTÊ, W.A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968. v.1, 592p.

LOPES, G.A.; GARCIA, J.N. Densidade básica e umidade natural da madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, de Itatinga, associadas aos padrões de casca apresentados pela população. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, n.62, p.13-23, dez. 2002.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: USP, 2002. 10p.

MARCATI, C.R. **Caracterização tecnológica da madeira Angico-Vermelho (Benth)**. 1992. 147p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MARCELLINI, D. **Manual de tecnologia da mobília**. São Paulo: Record, 1940. 294p.

MELO, J.E.; CORADIN, V.T.R.; MENDES, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBCF, 1990. p.13.

MOREIRA, W.S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 1999. 107f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MORI, C.L.S.O.; MORI, F.A.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M. Caracterização da madeira de Angico-Vermelho (*Anadenanthera Peregrina* (Benth) Speng) para confecção de móveis. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v.22, n.77, p.29-35, maio 2003.

NASCIMENTO, L.F.; VENZKE, C.S. **Modelos e ferramentas de gestão ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: SENAC, 2006. 12p.

PANSHIN, A.J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 4.ed. New York: McGraw-Hill Book, 1980. 722p.

PAULA, J.E.; ALVES, J.L. de H. **Madeiras nativas**: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Brasília: Fundação Mokiti Okada-MOA, 1997. 543p.

PENEDA, C. **Ecodesign no desenvolvimento dos produtos**. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 1994. 20p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE.

**Produccion más limpia:** um pacote de recursos de capacitação. Disponível em: <<http://www.rolac.unep.mx/industria/esp/publica/publica.htm>>. Acesso em: 5 abr. 2008.

QUIRÓS, L.F. Design e diversidades culturais. In: FÓRUM INTERNACIONAL DESIGN E DIVERSIDADE CULTURAL, 4., 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SENAI/LBDI, 1994. p.89-94.

SANTOS, M.C.L. dos. Celso Carrera: do ecletismo às bases do estilo moderno. **Revista Design e Interiores**, São Paulo, v.35, n.12, p.70-73, jan. 1993.

SANTOS, M.C.L. dos. A uniformização de padrões e a preservação da identidade: o papel do desenho industrial. In: FÓRUM INTERNACIONAL DESIGN E DIVERSIDADE CULTURAL, 12., 1994, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SENAI/LBDI, 1994. p.17-23.

SANTOS, M.C.L. dos. **Móvel moderno no Brasil**. São Paulo: FAPESP; USP, 1995. 197p.

SCHMIDHEINY, S. **Mudando o rumo:** uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente. Rio de Janeiro: FGV, 1992. 12p.

SCHULTE, P.J.; CASTLE, A. **Water flow through vessel perforation plates:** the effects of plate angle and thickness for *liriodendron tulipifera*. Las Vegas: University of Nevada Las Vegas, 1993. 15p.

SILVA, A.L. da; FARIA, M.A. de; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.37-44, jan./abr. 2003.

TEIA DAS ESTRATÉGIAS PARA O ECODESIGN. **Conceito de produção mais limpa e processo de Marrakech**. Disponível em: <<http://www.unep.org/>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood:** structure, properties and utilization. New York: V.N. Reinold, 1991. 494p.

VALE, A.T.; BRASIL, M.A.M.; MARTINS, I.S. Variação axial da densidade básica da madeira de *Acácia mangium* Willd aos sete anos de idade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.2, p.85-92, mar./abr. 1999.

VENZKE, C.S. **A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS**: análise da postura e das práticas ambientais. 2002. 126p. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WHEELER, E.A.; BAAS, P. A survey of the fossil record for dicotyledonous wood and its significance for evolutionary and ecological wood anatomy. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.12, n.5, p.275-332, May 1991.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.16, n.4, p.337-351, Apr. 1995.