

UNIVERSIDADE FEEVALE

SARA GIORDANA COSTA

O REAPROVEITAMENTO DA MADEIRA PROVENIENTE DO DESCARTE DA
CONSTRUÇÃO CIVIL E INDÚSTRIA MOVELEIRA PARA USO EM MOBILIÁRIO

Novo Hamburgo
2011

SARA GIORDANA COSTA

O REAPROVEITAMENTO DA MADEIRA PROVENIENTE DO DESCARTE DA
CONSTRUÇÃO CIVIL E INDÚSTRIA MOVELEIRA PARA USO EM MOBILIÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharel em Design
com habilitação em Produto pela
Universidade Feevale

Orientadora: Ms. Suzana Vielitz de Oliveira

Novo Hamburgo
2011

SARA GIORDANA COSTA

Trabalho de conclusão do curso de Design de Produto, com título “O reaproveitamento da madeira proveniente do descarte da construção civil e indústria moveleira para uso em mobiliário”, submetido ao corpo docente da Universidade Feevale, como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Design.

Aprovado por:

Professora Orientadora: Suzana Vielitz de Oliveira

Professora: Daiana Staudt

Professora: Regina de Oliveira Heidrich

Novo Hamburgo, 2011.

Agradeço aos meus familiares que, de alguma forma contribuíram para a minha formação pessoal e profissional. Agradeço a minha mãe, pela transmissão dos valores pessoais. A minha orientadora pela sua dedicação e conhecimentos transmitidos, e em especial ao meu marido, pelo seu apoio e compreensão nos momentos dedicados à realização deste trabalho.

“As coisas não se concebem assim: ‘Vou fazer isso e pronto!’ Primeiro você pensa no problema, que é saber qual furadeira e qual madeira usar, em que espessura. Planejar todos esses dados e mais os ergonômicos. Não imagino um produto definitivo. Você só chega ao resultado final quando não tem mais nada a acrescentar.”

Michel Arnoult (1922-2005)

RESUMO

O presente trabalho objetiva o reaproveitamento de madeiras descartadas em obras residenciais e fábricas de móveis de pequeno e médio porte, para aplicação em projeto de mobiliário ou objetos. Ancorado em pesquisa bibliográfica e de campo e abordando conceitos de *ecodesign* e desenvolvimento sustentável, aliado também ao importante papel do *designer* na busca por novas alternativas de desenvolvimento, acredita-se que a madeira descartada seja passível de intervenção, podendo ser aplicado ao desenvolvimento de novos produtos, conciliando o bem-estar humano a padrões sustentáveis de consumo e desenvolvimento. Quando o tema reciclagem é abordado, preferencialmente são lembrados os materiais plásticos, metais e papéis. Processos muito mais simples que os utilizados para transformação destes materiais, podem ser aplicados à madeira descartada encontrada na forma resíduo proveniente da sobra de matéria-prima da indústria moveleira e construção civil, principais consumidores da madeira produzida no País. Após análise e seleção de resíduos de madeira, a possibilidade de reaproveitamento concretiza-se no desenvolvimento de um produto funcional, versátil e contemporâneo, contemplando os principais requisitos para o desenvolvimento de produtos com foco na preservação dos recursos ambientais.

Palavras-chave: Descarte. Madeira. Mobiliário. Reaproveitamento.

ABSTRACT

The objective of this final paper is suggesting ways of reuse lumber residue generated in small/medium factories and in home construction, in order to apply those materials in wooden furniture. Based on literature and field research, and using known concepts of ecodesign and sustainable development, allied to the important role of the designer in the search of development alternatives, we intend to show that the lumber residue disposal process is susceptible to intervention and that it can be applied in the development of new products, harmonizing human welfare and sustainable standards of consumption and development. When approaching the recycling issue, one tends to focus on materials like plastic, metal and paper. Much simpler processes than those involved in recycling these materials can be applied to lumber residue, originated, for example, in construction and wooden furniture industries, the main consumers of lumber produced in Brazil. After review and selection of lumber residue, the possibility of reuse comes true in the development of a functional, versatile and contemporary wooden furniture, covering the main requirements for product development with a focus on environmental resources preservation.

Keywords: Disposal. Lumber. Wooden Furniture. Reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho original do símbolo da reciclagem	26
Figura 2 - Resíduo observado em fábrica de móveis sob medida.....	31
Figura 4 - Disposição irregular de resíduos, registro feito em 14/09/2010	35
Figura 5 - Área já aterrada	36
Figura 6 - Resíduos ainda sem aterro	36
Figura 7 - Sobra classificada, registro fotográfico na amostra A	49
Figura 8 - Sobras descartadas, registro fotográfico na amostra A	50
Figura 9 - Serragem, registro fotográfico na amostra A	51
Figura 10 - Outros resíduos gerados durante o processo de produção	51
Figura 11 - Sobra de MDF classificada e reservada	52
Figura 12 - Resíduos de MDF, exemplo de pedaços maiores	53
Figura 13 - Resíduos de MDF, exemplo de pedaços menores	53
Figura 14 - Sobra reservada de madeira natural.....	54
Figura 15 - Exemplos dos projetos desenvolvidos	55
Figura 16 - Resíduos de pinus	56
Figura 17 - Madeira inteira e já cortada para produção.....	56
Figura 18 - Escoras de eucalipto, elemento utilizado em obras residenciais	57
Figura 19 - Madeira de eucalipto.....	58
Figura 20 - Sobras de madeira depositadas em um local do terreno	59
Figura 21 - Aplicação da madeira em telhado e forro.....	60
Figura 22 - Reaproveitamento de madeira como aparador.....	60
Figura 23 - Resíduo de madeira observado na amostra B.....	61
Figura 24 - Resíduo depositado no terreno.....	62
Figura 25 - Peças de madeira com resquícios de cimento e pregos.....	63
Figura 26 - Poltrona Astúrias de peroba-rosa.....	65
Figura 27 - Poltrona Taguaiba, de peroba-rosa e laminado	65
Figura 28 - Cadeira Zola II.....	67
Figura 29 - Aparador Nadifa, de madeira pequi	67
Figura 31 - Buffet Cercadinho	68
Figura 32 - Cadeira Atibaia.....	69
Figura 33 - Linha Legalle Bortolini.....	70
Figura 34 - Sobras de matéria-prima da produção de móveis	70

Figura 35 - <i>Mood board</i> conceitual.....	75
Figura 36 - <i>Mood board</i> projetual	76
Figura 17 - Local de aplicação da madeira original	79
Figura 38 - Local do recolhimento, escolha e seleção das peças	79
Figura 39 - Peça base de madeira da espécie cedro	80
Figura 40 - Algumas possibilidades de encaixe do tipo meia-madeira.....	81
Figura 41 - Alternativa 1: mesa com peças de assoalho.....	85
Figura 42 - Alternativa 2: uso como banco ou mesa	86
Figura 43 - Opção utilizando a madeira como pés.....	86
Figura 44 - Alternativa 4: coluna ou pedestal.....	87
Figura 45 - Alternativa 5: mesa baixa com recortes de tábuas.....	87
Figura 46 - Alternativa 6: estrutura em “X”	88
Figura 47 - Alternativa 7: pequenos retalhos de madeira.....	88
Figura 48 - Estudo volumétrico com encaixe.....	90
Figura 49 - Estudo volumétrico virtual	90
Figura 50 - Alternativa escolhida	91
Figura 51 - Recomendação para altura de mesa de centro	98
Figura 52 - Adequação à recomendação ergonômica.....	98
Figura 53 - Simulação de encaixe meia-madeira	99
Figura 54 - Simulação de montagem	99
Figura 55 - Modelo virtual de revisteiro	100
Figura 56 - Modelo virtual do conjunto em segunda posição	100
Figura 57 - Modelo virtual com apoio em madeira para banco.....	101
Figura 58 - Simulação de mesa de centro alta	102
Figura 59 - Simulação de mesa de centro baixa	102
Figura 60 - Simulação de estante.....	103
Figura 61 - Modelos virtuais de revisteiro e estante	103
Figura 62 - Mesa Versus	104
Figura 63 - Mesa Versus em segunda posição	104

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	16
METODOLOGIA	17
CRONOGRAMA	19
1 O DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE	20
1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECODSIGN	22
1.1.2 O Papel do <i>designer</i>	23
1.2 RESÍDUO E RECICLAGEM.....	24
1.2.1 A Madeira, o MDF e suas aplicações	27
1.2.2 O resíduo como matéria-prima.....	30
1.2.4 O resíduo como problema social e ambiental/panorama do resíduo no Brasil.....	32
1.2.5 Vantagens e desvantagens da reciclagem.....	37
2 REVISÃO DOS CONDICIONANTES LEGAIS	40
2.1 ABNT NBR 10004:2004	40
2.2 RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002 (CONAMA)	42
2.3 LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010	44
3 DADOS DO DESCARTE DA MADEIRA	48
3.1 MARCENARIAS E INDÚSTRIA DE MÓVEIS SOB MEDIDA	48
3.1.1 Amostra A	48
3.1.2 Amostra B	52
3.1.3 Amostra C	55
3.2 OBRAS RESIDENCIAIS	56
3.2.1 Amostra A	58
3.2.2 Amostra B	59
3.2.3 Amostra C	61
4 ANÁLISE DE REFERÊNCIAS	64
4.1 CARLOS MOTTA (1952).....	64
4.2 HUGO FRANÇA (1954)	66
4.3 PAULO ALVES (1965)	67
4.4 ESTÚDIO ID BORTOLINI	69

5 ANÁLISE TÉCNICA.....	71
5.1 EUCALIPTO (<i>EUCALYPTUS</i>).....	71
5.2 PINUS (<i>PINUS-ELIOTI</i>)	72
5.3 MDF (<i>MEDIUM DENSITY FIBERBOARD</i>)	73
6 DETALHAMENTO	74
6.1 SÍNTESE	74
6.1.1 Determinação dos parâmetros projetuais.....	78
6.1.2 Materiais e acabamentos possíveis.....	81
6.2 REVISÃO DOS OBJETIVOS	83
6.3 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES	85
6.3.1 Revisão dos parâmetros projetuais.....	88
6.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	89
6.4.1 Escolha da melhor alternativa.....	91
6.5 DESENHO TÉCNICO	91
6.6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	95
6.6.1 Custos.....	96
6.7 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS	97
7 RENDER	99
CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS.....	108
ANEXOS.....	113
ANEXO 1: FICHA BÁSICA PARA OBSERVAÇÃO E LEVANTAMENTO DE DADOS.....	113
ANEXO 2: ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO	114
ANEXO 3: ESPECIFICAÇÕES DA TINTA ESMALTE SECA RÁPIDO SUVINIL.....	115

INTRODUÇÃO

A partir da observação de situações do cotidiano, levanta-se a questão do reaproveitamento de resíduos sólidos. A madeira, resíduo descartado, tema abordado neste trabalho, muitas vezes pode ser encontrada em condições de ser transformada em novos produtos necessitando, para tanto, de processos simples de transformação, sem que seu destino final seja a disposição em aterros ou a incineração. A madeira descartada com maior potencial de reciclagem pode ser observada com frequência em obras ou pequenas reformas na construção civil e também em fábricas de móveis de pequeno e médio porte.

Na construção civil, a madeira pode representar até 30% do entulho, conforme estudo de caso realizado de maio a outubro de 2009 em uma obra predial na cidade de São Leopoldo (AREND, 2009, p. 28). Em obras residenciais, este percentual pode ser igualmente alto ou maior, dependendo do tipo de construção, uma vez que a madeira pode ser utilizada em elementos como, caibros, vigas, caixilhos, tesouras e paredes.

Neste trabalho, o estudo para reaproveitamento da madeira descartada terá como foco principal o projeto de mobiliário. Optou-se por observar o resíduo em pequenas obras e fábricas de móveis, por considerar que estes locais ainda não dispõem de tecnologias e sistemas de produção com foco no reaproveitamento dos resíduos.

O estudo da sustentabilidade também é recorrente, uma vez que o descarte da madeira envolve temas como meio ambiente, fatores sociais e utilização de recursos naturais. Para Manzini e Vezzoli (2005), sociedade e ecossistemas possuem uma relação de dependência, uma vez que recursos ambientais são transformados em produtos para o bem-estar humano.

Ainda para os autores, sustentabilidade deve ser tratada como um objetivo e não como uma direção a ser seguida: “[...] nem tudo que apresentar algumas melhorias em temas ambientais pode ser considerado realmente sustentável.” (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 28), sendo que um dos requisitos para que alguma proposta seja coerentemente sustentável é que não acumule nenhum tipo de lixo que o ecossistema não seja capaz de retornar ao seu estado e concentrações originais.

O desenvolvimento de projetos sustentáveis teve seu marco a partir de 1987, com a publicação do relatório “Nosso Futuro Comum” pela Comissão Brundtland (COMISSÃO Mundial..., 1988). Este relatório expôs a relação e o futuro das comunidades humanas e ecológicas, serviu de guia para a Conferência do Rio de 1992 – Eco’92 - e introduziu o primeiro conceito de desenvolvimento sustentável. “Um crescimento para todos, assegurando ao mesmo tempo a preservação dos recursos para as futuras gerações [...]” (SENAC São Paulo, 2005, p. 26 apud Fundação Carlos Chagas, 1988.)

Para validar a importância deste trabalho, pode-se também citar alguns projetos já desenvolvidos por *designers*, observados em exposições recentes, como “Carlos Motta – Móveis de madeira reutilizada” realizada no Museu da Casa Brasileira em São Paulo, visitada no mês de junho de 2010, e também a mostra “Ecológica” realizada no Museu de Arte Moderna também em São Paulo, visitada no mês de julho de 2010.

A exposição de Carlos Motta apresentou móveis criados a partir de madeira e ferro provenientes de demolições que foram reutilizados e aplicados em peças como sofás, poltronas e mesas. Já a mostra “Ecológica” fez a crítica da sociedade de consumo, apresentando obras de 22 artistas nacionais e internacionais que problematizaram questões ecológicas atuais. Como exemplo, pode-se citar a obra da artista brasileira Rivane Neuenschwander, que mostrou peças de mobiliário popular produzidas em fórmica que, segundo a artista, “torna-se objeto de desejo ao ser transformado em obra de arte”.

A madeira é considerada um resíduo sólido, não perigoso e reciclável. Tais considerações são feitas por legislações específicas, contempladas no capítulo 2, que regem o gerenciamento de resíduos no Brasil. Tão importante é o destino final dado aos resíduos sólidos, em geral, que, após dezenove anos de tramitação no Congresso Nacional, uma lei específica sobre este tema foi sancionada em 02 de agosto de 2010, a Lei Nº 12.305 que “Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos” (BRASIL, 2010).

Com diretrizes e princípios relativos à gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, a lei possui objetivos voltados à proteção da saúde pública, incentivo à reciclagem e à reutilização dos resíduos. A esta lei estão sujeitas pessoas físicas e jurídicas de direito público ou privado e, apesar de não citar o material madeira em seu texto, como resíduo a ser gerenciado, ela confirma a real

necessidade de projetos com foco na utilização de materiais reciclados, na baixa geração e na destinação correta de resíduos, bem como no descarte adequado de produtos após o término de sua vida útil.

Dentre os setores produtivos, a construção civil é a responsável por um volume expressivo de resíduos sólidos. Além da Lei Nº 12.305, que aborda este tema em seu texto, há também uma resolução específica, Nº 307/02 do CONAMA, que regulamenta apenas os destinos e responsabilidades dos resíduos gerados na construção civil (CONAMA, 2002). Esta resolução considera a madeira como um dos principais resíduos gerados na construção.

Partindo do exemplo de estudos e projetos similares já realizados, e também da preocupação de instituições públicas, expressa através da criação de normas e legislação específicas, acredita-se na relevância deste trabalho como forma de estimular o *design* de produtos que atendam ao bem-estar humano e, ao mesmo tempo, contribuam para a redução dos impactos ambientais.

O presente trabalho aborda, em sete capítulos, os seguintes assuntos: *design* e sustentabilidade; revisão dos condicionantes legais; levantamento dos dados; análise das referências; análise técnica; detalhamento e render.

No primeiro capítulo, aborda-se o tema da sustentabilidade relacionada com o *design*. Faz-se uma revisão bibliográfica apresentando os principais conceitos que tornam este um dos temas mais recorrentes abordados no desenvolvimento de produtos. Esta revisão baseia-se em importantes autores como Manzini e Vezzoli (2005), Papanek (1998) e o relatório da Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1988), referência esta que lançou as primeiras análises e conceitos sobre sustentabilidade. Neste capítulo também se levantam informações sobre a madeira, seus resíduos e o descarte deste material.

No segundo capítulo são apresentadas as principais legislações vigentes no Brasil, trazendo diretrizes e conceitos para o gerenciamento de resíduos sólidos. Cada legislação oferece informações importantes, como classificação dos resíduos, quem são os geradores, responsabilidades e conceitos de reciclagem.

Em seu terceiro capítulo, o trabalho apresenta os dados levantados nas visitas de campo realizadas, fazendo o uso, principalmente, de recurso fotográfico com o objetivo de ilustrar e registrar as observações feitas a cerca dos resíduos encontrados.

No quarto capítulo optou-se por trazer exemplos de trabalhos similares já desenvolvidos, apresentando-os como referências de viabilidade do aproveitamento de resíduos de madeira no desenvolvimento de novos produtos.

Concluindo a primeira fase do desenvolvimento, no capítulo cinco são listados e caracterizados os principais tipos de madeira identificados como resíduo nos locais visitados e que servirão para a composição dos parâmetros projetuais.

Na segunda etapa do trabalho, no capítulo 6, apresenta-se o detalhamento do projeto desenvolvido, seus parâmetros projetuais, geração de alternativas, materiais e desenho técnico.

Ao final, no capítulo sete, podem ser observados os estudos virtuais e prototipagem.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal verificar possibilidades de reaproveitamento de madeiras provenientes do descarte de obras de construção civil residencial e da produção moveleira de pequeno e médio porte para aplicação em projeto de mobiliário ou para a produção de objetos diversos, através de processos de reciclagem ou de reutilização.

Objetivos específicos

- Avaliar a aplicabilidade de processos de reciclagem da madeira do descarte em projetos que contemplem o uso de mobiliário ou de objetos de caráter ecológico, identificando técnicas viáveis para este fim;
- Sugerir o reaproveitamento de madeira do descarte em projetos que contemplem novas funções.
- Propor um destino social aos materiais descartados e levantados pela pesquisa.
- Desenvolver um produto utilizando como matéria-prima principal a madeira descartada.

METODOLOGIA

O levantamento das informações terá como base a pesquisa qualitativa e segue a orientação que consta na metodologia científica proposta por Prodanov e Freitas (2009, p.81). Segundo os autores, *“na abordagem qualitativa a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados.”*

As informações serão registradas em uma ficha básica para observação e levantamento de dados (anexo I), preenchida pelo autor, a partir da realidade observada no local da visita e de informações fornecidas por representante da empresa ou responsável pelas obras visitadas. Será feito também o registro fotográfico e o recolhimento de amostras físicas.

Como metodologia para o trabalho busca-se referencial na “Metodologia do Trabalho Científico” para realização de pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo, conforme proposto por Prodanov e Freitas (2009). Utiliza-se também a “Metodologia de *Ecodesign* para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis” proposta por Platchek (2003). Ambas serão aplicadas de acordo com as necessidades deste trabalho.

O desenvolvimento da pesquisa, apoiado nas metodologias citadas acima, será viabilizado através de algumas ações como:

- levantamento de referenciais teóricos pertinentes ao tema, leitura e registro;
- definição dos locais para pesquisa de campo;
- levantamento de dados referentes ao descarte em marcenarias, obras residenciais e depósitos de resíduos, registrando as informações em fichas de observação;
- análise do processo de descarte da madeira;
- identificação dos tipos de madeira mais comumente descartados;
- pesquisa do processo de classificação deste descarte;
- identificação dos processos de transformação da madeira descartada necessária para a aplicação em um novo produto; e
- levantamento das possibilidades para definir o tipo de móvel viável para aplicação deste descarte.

A pesquisa de campo será realizada nas cidades de Campo Bom/RS, Novo Hamburgo/RS e Barra do Ribeiro/RS em locais como marcenarias, obras residenciais e áreas de recebimento de resíduos sólidos.

Para a apresentação dos dados utilizar-se-á o método descritivo, que relata os elementos mais importantes que foram observados para, posteriormente, aferir hipóteses a serem comprovadas (PRODANOV; FREITAS, 2009, p. 81). As visitas preliminares foram realizadas durante os meses de setembro e outubro de 2010.

Após o levantamento em campo haverá a posterior geração de uma tabela, identificando os principais tipos e tamanhos de madeira descartados nos locais visitados, conduzindo à geração de parâmetros e requisitos de projeto.

Para o referencial teórico busca-se apoio em três conceitos: *ecodesign*, reciclagem de uso e sustentabilidade. Referências consultadas, como “O desenvolvimento de produtos sustentáveis” (MANZINI; VEZZOLI, 2005), o relatório “Nosso Futuro Comum” (COMISSÃO Mundial..., 1988), “Madeira: uso sustentável na construção civil” (ZENID, 2009) e o guia para “Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil” (PINTO; GONZÁLES, 2005) servirão como fontes para a compreensão e aplicação destes conceitos no desenvolvimento deste trabalho.

Condicionantes legais como a NBR 10004 “Resíduos Sólidos: Classificação”, a Lei 12.305 que “Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos” e a Resolução N^o 307, que estipula “Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”, também serão utilizadas como apoio nas definições e classificação dos resíduos que serão levantados.

1 O DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE

A preocupação com o desenvolvimento de produtos e sua relação com o meio ambiente possui referências, algumas com mais de duas décadas, que são citadas até hoje pela sua importância e capacidade de visão futura da realidade ecológica pela qual o mundo passaria nos anos seguintes. Algumas destas referências, como o relatório “Nosso Futuro Comum” (COMISSÃO mundial..., 1988) introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável, referenciado em obras recentes e legislações sobre o tema. Tal relatório, já na época, previa que seriam necessárias algumas mudanças, dentre elas as mudanças no comportamento humano de consumo, em processos produtivos, no crescimento demográfico da população e na necessidade de criação de legislações específicas.

O tripé economia-sociedade-meio ambiente também deve ser levado em consideração para o estudo e o desenvolvimento de produtos sustentáveis, além do papel do *design* e sua influência neste processo, como citado por Papanek (1998).

A ecologia e o equilíbrio ambiental são os esteios básicos de toda a vida humana na Terra; não pode haver vida nem cultura humana sem ela. O *design* preocupa-se com o desenvolvimento de produtos, utensílios, máquinas, artefatos e outros dispositivos, e esta atividade exerce uma influência profunda e direta sobre a ecologia. A resposta do *design* deve ser positiva e *unificadora*; deve ser a ponte entre as necessidades humanas, a cultura e a ecologia. (PAPANÉK, 1998, p. 31)

O tema da sustentabilidade, muito mais do que apenas um termo utilizado, por vezes, como argumento comercial e de marketing para promover produtos ou empresas, deve envolver uma preocupação social. Neste sentido, *designers*, arquitetos, instituições públicas e empresas privadas têm papel importante para buscar, através do desenvolvimento de produtos e soluções, um melhor ambiente de vida, principalmente para as populações mais necessitadas. Esta busca pode se dar através da redução de resíduos depositados no meio ambiente ou através de produtos que possam beneficiá-las de alguma maneira.

Nos últimos anos, o tema da sustentabilidade ambiental é objeto de diversas abordagens e, de certa forma, posto em prática através da criação de legislações,

selos de certificação como o FSC¹ (*Forest Stewardship Council*) e de programas específicos para o gerenciamento de resíduos por parte dos estados e municípios. Por outro lado, a temática que envolve “sustentabilidade” passa também por uma série de processos que envolvem desde a maneira de conceber novos produtos até uma mudança no comportamento de consumo da sociedade. De acordo com Manzini e Vezzoli (2005, p. 22) “[...] para atingir a sustentabilidade ambiental, não é suficiente melhorar o que antes já existia, mas sim pensar em produtos, serviços e comportamentos diversos dos conhecidos até hoje” e, ainda segundo os mesmos autores:

Propor o desenvolvimento do *design* para a sustentabilidade significa, portanto, promover a capacidade do sistema produtivo de responder à procura social de bem-estar utilizando uma quantidade de recursos ambientais drasticamente inferior aos níveis atualmente praticados. (IDEM, 2005, p. 24)

De acordo com a COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1988, p. 46) “satisfazer as necessidades e as aspirações humanas é o principal objetivo do desenvolvimento”. Esta procura social do bem-estar humano e da satisfação das necessidades pode provocar uma série de impactos no meio ambiente através das atividades de produção, do consumo de recursos não renováveis e do descarte inadequado de produtos.

Manzini e Vezzoli (2005) abordam a sustentabilidade como um objetivo a ser atingido, através da criação de estilos de vida sustentáveis, nos quais os consumidores passem a possuir um papel importante, observado o contexto social no qual estão inseridos e através da mudança no comportamento e nas suas escolhas de consumo.

Como questão relevante, dentro deste contexto, pode-se salientar a responsabilidade que o *design* exerce em satisfazer as necessidades através do desenvolvimento de produtos e soluções que tragam melhorias ao dia-a-dia das pessoas, ao mesmo tempo em que deve, também, satisfazer as necessidades ambientais que, indiretamente, contribuem para o bem-estar humano.

¹ *Forest Stewardship Council* (FSC) foi criado em 1993 e promove uma gestão florestal concedendo o selo “FSC” a madeiras provenientes de florestas exploradas respeitando princípios como direitos dos povos indígenas, preservação dos recursos florestais e redução dos impactos no meio ambiente. (KAZAZIAN, 2005, p. 186.)

1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECODSIGN

O primeiro conceito de desenvolvimento sustentável foi introduzido em 1987 pela COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO ou, como é mais conhecida, Comissão Brundtland², através do relatório “Nosso Futuro Comum” publicado, no Brasil, em 1988, pela Fundação Carlos Chagas. Segundo este relatório, “O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. (COMISSÃO Mundial..., 1988, p. 46.) Esta definição, adotada até os dias atuais, foi publicada em um relatório que serviu como guia para a conferência do Rio de 1992 – Eco’92³, apontando também para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes. O relatório da Comissão Brundtland também integrou, pela primeira vez, o meio ambiente com fatores econômicos e sociais, já alertando para os desafios de atender às necessidades de uma população cada vez maior no mundo em desenvolvimento.

[...] o desenvolvimento sustentável tem de lidar com o problema do grande número de pessoas que vivem na pobreza absoluta, ou seja, que não conseguem satisfazer sequer suas necessidades mais básicas. A pobreza reduz a capacidade das pessoas para usar os recursos de modo sustentável, levando-as a exercer maior pressão sobre o meio ambiente. (IDEM, 1988, p. 53)

Ao abordar o tema desenvolvimento sustentável, levanta-se também o conceito de *ecodesign* que, de acordo com Manzini e Vezzoli (2005), “[...] é um modelo projetual orientado por critérios ecológicos, sendo dotado de uma capacidade auto-explicativa (IDEM, 2005 p.17).

Segundo Kazazian (2005), o *ecodesign* é parte de uma abordagem do desenvolvimento de produtos que consiste em reduzir seus impactos no meio ambiente conservando, simultaneamente, suas funcionalidades para melhorar a

² A comissão foi assim chamada em virtude do nome da presidenta, Sra. Harlem Brundtland, da Noruega.

³ Eco’92 – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada entre 13 e 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro.

qualidade de vida dos usuários. Ainda segundo o mesmo autor, o *ecodesign* prevê o futuro do produto reduzindo o impacto ambiental em todo seu ciclo de vida.

A partir destes conceitos pode-se considerar que o desenvolvimento de produtos sustentáveis passa por vários processos, que devem envolver áreas complementares de desenvolvimento de produtos, como *design*, fatores econômicos, sociais, culturais, tecnologias de produção, obsolescência, descarte e meio ambiente.

1.1.2 O Papel do *designer*

Os *designers* e empresários também possuem um papel importante no processo de mudança de comportamento e cenário de consumo, uma vez que o desenvolvimento de produtos e seu impacto no meio ambiente passam, inevitavelmente, por fatores como escolha de materiais, processos de fabricação, embalagem, transportes e o descarte do produto após o final de sua vida útil. Pela junção de todos estes fatores, pode-se introduzir o conceito de ciclo de vida dos produtos que, segundo Manzini e Vezzoli (2005, p. 91), “[...] refere-se às trocas (*input* e *output*) entre o ambiente e o conjunto dos processos que acompanham o ‘nascimento’, ‘vida’ e ‘morte’ de um produto.”

Também para Papanek (1998, p. 35), existe uma relação muito estreita entre *design* e ecologia, pois o ciclo de vida do produto criado envolve diversas fases perigosas para o meio ambiente que, segundo o autor, iniciam na “[...] aquisição original das matérias-primas, passando pelo processo de transformação e montagem, a compra do produto acabado [...], o uso, a coleta do produto após o uso e, finalmente, a reutilização ou reciclagem [...]”.

Dentro do conceito de desenvolvimento de produtos sustentáveis, o *designer* possui um papel importante, embora não possa alterar sozinho, os padrões de consumo e produção. Para Manzini e Vezzoli (2005), o *designer* não pode impor a modificação de comportamentos, apenas pode oferecer soluções através de produtos e serviços que sejam reconhecidos como melhores do que os oferecidos anteriormente. Ainda para o autor:

[...] ao possível papel dos projetistas no processo de transição em direção à sustentabilidade, a sua tarefa não é a de projetar estilos de vida sustentáveis, mas sim, a de propor oportunidades que tornem praticáveis estilos sustentáveis de vida. (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 72.)

Para Papanek (1998), o *designer* também deve ter o cuidado com a criação de produtos, pois as mudanças ambientais são consequência dos atos e dos instrumentos que são utilizados. O autor também ressalta a importância do reconhecimento das responsabilidades ecológicas dos profissionais e consumidores.

De acordo com os autores, pode-se considerar que o *designer* possui um papel importantíssimo, pois pode influenciar comportamentos a partir de sua própria consciência no processo de desenvolvimento de produtos, preocupando-se com o impacto dos mesmos no meio ambiente ao longo de todo o seu ciclo de vida.

1.2 RESÍDUO E RECICLAGEM

Os resíduos sólidos, de forma geral, fazem parte do dia-a-dia dos seres humanos desde a sua existência. Mais recentemente, o aumento da quantidade de resíduos representa o reflexo da evolução do ser humano e do desenvolvimento da sociedade e de seu poder de consumo. Não há como não gerar lixo e o papel da sociedade, das instituições públicas e das empresas é o de encontrar uma forma de reduzir sua geração e uma maneira saudável de convivência com o meio ambiente.

Na antiguidade greco-romana surgiram os primeiros depósitos de lixo. Geralmente estes se situavam nas periferias das grandes cidades da época, como Atenas e Roma. A quantidade de resíduos cresceu acompanhando o crescimento da população. A partir do século XIII tem-se registro das primeiras regulamentações sobre a deposição de lixo. A população da capital francesa era obrigada, uma vez por semana, a limpar a frente de suas casas, não deixando que se acumulasse lixo sobre as calçadas, remediando a falta de higiene. Nesta época, a falta de conhecimento sobre os problemas gerados pelo lixo, viria a causar uma série de epidemias, dentre elas a peste bubônica, conhecida como peste negra, que era transmitida por pulgas e ratos e que dizimou milhões de pessoas na Europa, durante a Idade Média (PELTIER; SAPORTA, 2009).

O recolhimento do lixo, na forma como o conhecemos hoje, através de recipientes adequados, tem seu registro a partir de 07 de março de 1884, quando o prefeito da cidade de Seine, na França, obrigou os proprietários de imóveis e disponibilizarem recipientes coletivos, com tampa, para que fossem depositados os resíduos domésticos. Era prevista também a triagem de resíduos, sendo proibido que nestes recipientes se depositasse terra, entulhos provenientes de obras ou resíduos industriais (IDEM, 2009).

O início da reciclagem propriamente dita, se deu, segundo Peltier e Saporta (2009), com a instalação, em 1896, da primeira fábrica de tratamento de resíduos da França. Catadores faziam a seleção dos resíduos e o material orgânico útil era direcionado para a transformação em adubo. O que não poderia ser recuperado ou transformado em fertilizante era queimado gerando energia.

A reciclagem dos metais, por sua vez, teve forte desenvolvimento com as Guerras Mundiais, quando o metal adquiriu grande valor e a sucata metálica era recuperada ou transformada em aços especiais.

A partir das décadas de 60 e 70 começaram a surgir legislações específicas sobre aterros e resíduos e as questões ambientais começaram a ganhar força, surgindo também importantes publicações sobre o tema, como o relatório “Uma Terra Somente” (WARD; DUBOS; LAMBERTI, 1972) e o relatório “Nosso Futuro Comum” elaborado pela COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1988), que abordam e relacionam os temas da sustentabilidade, ecologia, consumo, desenvolvimento e crescimento populacional.

Na mesma época, no ano de 1970, a partir de um concurso promovido por uma indústria americana de papelão reciclado⁴, surgiu o Anel de Möbius. Criado pelo estudante de *design* Gary Anderson, o símbolo com três flechas (figura 1), tornou-se o símbolo universal da reciclagem, levando este nome em função do signo matemático, criado por August Ferdinand Möbius⁵, que presume um sentido de continuidade.

⁴ Container Corporation of America patrocinou um concurso nacional para estudantes de arte e *design* com o objetivo de encontrar o símbolo definitivo para o movimento.

⁵ Matemático e astrônomo alemão, 1790.

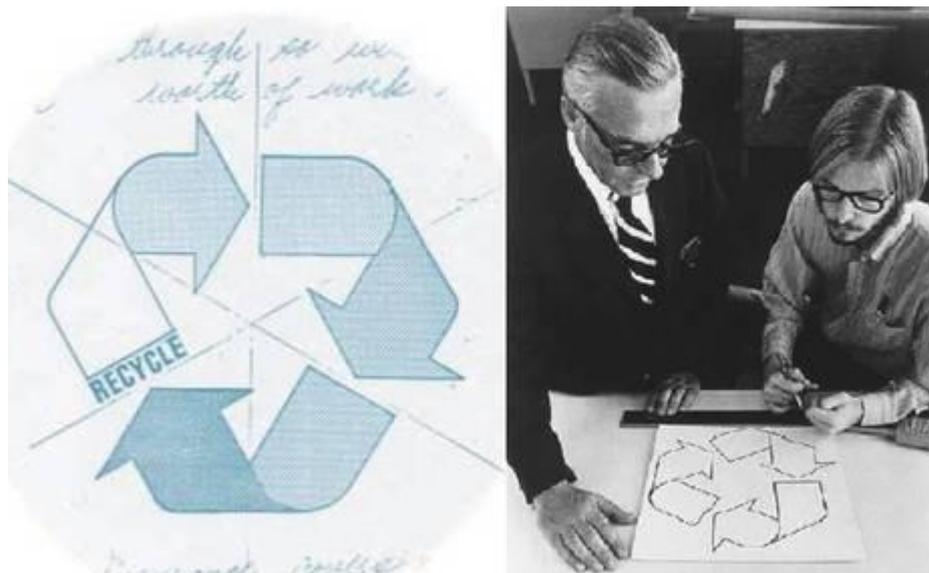


Figura 1 - Desenho original do símbolo da reciclagem

Fonte: <<http://www.boxvox.net/2008/08/chasing-arrows.html>> Acesso em: 03 out. 2010

No Brasil, a legislação específica sobre reciclagem ainda é escassa. O primeiro passo importante foi dado com a aprovação, em 02 de agosto de 2010, da Lei Nº 12.305 que “Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos” e prevê sanções também para os geradores de resíduos. Entretanto, a Comunidade Europeia, por exemplo, possui legislações mais avançadas sobre o tema, principalmente ao se tratar da reciclagem de embalagens, como a diretiva 2004/12/CE, que estipula objetivos mínimos de reciclagem para materiais nobres em embalagens, objetivos estes que deveriam ser atingidos até o final de 2008 (PELTIER; SAPORTA, 2009).

O processo de triagem e reciclagem de resíduos sólidos por parte das empresas e instituições envolvidas neste sistema já pode ser considerado bastante evoluído em seu contexto histórico. A consciência, por parte dos consumidores, de valorizar objetos e produtos originados de materiais reciclados também pode ser reconhecida, mas ainda há muito por fazer. É preciso evoluir, dentro das próprias residências, a partir de ações simples, como separar o lixo adequadamente, evitar produtos com excesso de embalagens, utilizar sacolas reaproveitáveis para as compras diárias, reduzindo o consumo de sacolas plásticas, reformar um móvel ou doá-lo a instituições que possam fazer esta tarefa, ao invés de simplesmente descartá-lo pelo desejo de comprar algo novo, entre tantas outras ações ambientalmente responsáveis.

1.2.1 A Madeira, o MDF e suas aplicações

Dentre os principais setores consumidores da madeira destacam-se a indústria moveleira e a construção civil, sendo esta última a maior consumidora da madeira tropical produzida no Brasil (ZENID, 2009). A indústria moveleira, por sua vez, além de ter a madeira maciça como matéria-prima, tem a sua disposição materiais derivados, como os painéis de MDF, aglomerados⁶ e compensados⁷, que são amplamente utilizados principalmente para a fabricação de móveis retilíneos.

A madeira é um material natural, sendo a floresta a fonte da matéria-prima. Tecnicamente, a madeira pode ser definida como um material compósito de origem natural que, “consiste em fibras de celulose resistentes e flexíveis, envolvidas e mantidas unidas por um material mais rígido, chamado de lignina.” (CALLISTER, 2008, p. 423). Já o MDF (*Medium Density Fiberboard*) é um material compósito feito artificialmente, produzido a partir da união de fibras de madeira e resina sintética, formando painéis homogêneos e resistentes.

Quando produzida e extraída de forma correta, conservando os recursos naturais das florestas, a madeira pode ser considerada uma alternativa mais ecológica se comparada a outros materiais como o plástico, compósitos artificiais ou metais que, durante o seu processo produtivo, geram poluentes, ainda que controlados, e que usam a própria madeira como fonte de energia, além de demandarem processos mais complexos de reciclagem quando avaliado o ciclo de vida do material.

A maior parte da madeira consumida no país tem origem na região amazônica. Acredita-se que cerca de 80% da madeira produzida nesta região seja de procedência ilegal, sendo o mercado interno brasileiro seu maior consumidor e a construção civil o principal destino (ZENID, 2009. p.7). Mas esta realidade tem sido alterada, graças à conscientização por parte das novas demandas das indústrias e dos consumidores.

⁶ Painel confeccionado através da aglomeração de fragmentos de madeira (cavacos, maravalha). Suas características físico-mecânicas dependem do tipo de fragmento e do processo de compactação.

⁷ Painel obtido pela colagem de lâminas de madeira sobrepostas. Sua resistência depende do tipo de madeira, cola e número de lâminas utilizadas.

Já existem no Brasil dois sistemas de certificação para a origem da madeira consumida no país: o Sistema de Certificação Florestal Brasileiro do INMETRO (CERFLOR) e o Conselho de Manejo Florestal (*Forest Stewardship Council*), mais conhecido como FSC Brasil⁸, que certificam a produção ambientalmente adequada da madeira. O FSC é o mais antigo e mais conhecido sistema de certificação, estando disponível em mais de 80 países.

Esta conscientização que faz mudar o panorama da extração da madeira no país dá preferência para a utilização de madeiras provenientes de manejo florestal, a partir de projetos aprovados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O manejo florestal consiste na exploração sustentável de florestas naturais ou plantadas e compreende “um conjunto de técnicas destinadas à condução de florestas e à obtenção de seus produtos e serviços, respeitando-se as variáveis ambientais e sociais, garantindo a sustentação do ecossistema florestal” (ZENID, 2009, p. 98). Já o reflorestamento consiste na implantação de florestas em áreas naturalmente florestais que, por alguma ação, foram degradadas, perdendo suas características (REMADE, 2010).

Na construção civil especificamente, madeiras nobres utilizadas anteriormente, como a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) e o pinho-do-pará (*Araucária angustifolia*), têm sido substituídas por espécies oriundas de manejo florestal, principalmente o eucalipto (*Eucalyptus*). Na indústria moveleira, o uso da madeira maciça foi substituído, em sua maioria, pelo MDF ou compensados, mas, espécies como o pinus e o eucalipto, também já podem ser encontradas ou aplicadas de forma aparente.

Tanto para a fabricação de móveis quanto para a construção civil, a madeira maciça pode ser encontrada na forma de produtos ou subprodutos, com maior ou menor grau de tratamento. Os principais destinos encontrados para madeira maciça em obras são como madeira roliça, isto é, sem beneficiamento, como em pranchas para formas, vigas estruturais de sustentação de telhados, além de caibros e ripas, tábuas usadas em assoalhos, marcos e folhas de esquadrias, dormentes em jardins

⁸ “O Conselho Brasileiro de Manejo Florestal é uma organização independente, não governamental, sem fins lucrativos e que representa o FSC no Brasil. A instituição tem como objetivo principal promover o manejo e a certificação florestal no Brasil.” (Disponível em: <<http://www.fsc.org.br/>> Acesso em: 10 out. 2010.)

ou blocos inteiros. Cada produto é caracterizado por suas dimensões e algumas características, alguns dos principais estão apresentados no quadro 1.

Tipo	Tamanho	Características
Madeira roliça	Obtida através de cortes transversais do fuste ⁹ da árvore, varas e peças de menor diâmetro.	Possui menor grau de processamento, geralmente com casca. Empregados de forma temporária como escoras (geralmente de eucalipto) ou andaimes.
Pranchas e pranchões	Espessura entre 40 mm e 70 mm e largura maior que 200 mm. Comprimento variável de acordo com o pedido do consumidor.	Obtida a partir de cores longitudinais das toras. As peças possuem faces paralelas e cantos irregulares e com casca. Utilizada na construção civil pesada interna, aplicadas em estruturas de cobertura.
Vigas	Espessura maior que 40 mm e largura entre 110 mm e 200 mm. Comprimento variável.	Peças de madeira serradas utilizadas na construção civil pesada interna, aplicadas em estruturas de cobertura.
Tábuas	Espessura entre 10 mm e 40 mm, largura maior que 100 mm. Comprimento variável.	Dão origem a outras peças de madeira por redução de tamanho. Possui forma retangular. A tábuas é gerada a partir de toras, pranchas e pranchões.
Caibros	Espessura entre 40 mm e 80 mm. Largura entre 50 mm e 80 mm. Comprimento variável.	Em geral de forma quadrada, possui diversas aplicações na construção e mobiliário.

Quadro 1 - Principais produtos da madeira

Fonte 1: Adaptado de ZENID, 2009

Com exceção da madeira roliça, que possui menor grau de processamento, os demais produtos, ou seja, os provenientes da madeira serrada são beneficiados em serrarias onde as toras são processadas mecanicamente. As peças de madeira serrada, de formatos quadrangulares ou retangulares, recebem apenas um tratamento superficial contra fungos ou insetos, não excluindo a necessidade de tratamento específico e definitivo de acordo com sua aplicação e produto final. A madeira ainda pode ser transformada em lâminas destinadas à fabricação de compensados ou revestimentos.

Justamente por ser a madeira uma matéria-prima de extrema importância e valor ambiental, seu resíduo também deve receber especial atenção. Sua utilização, quando possível, contribui para a redução do uso de matéria-prima virgem, seja ela madeira maciça ou derivada, e para a consequente diminuição do volume destes resíduos depositados no meio ambiente, bem como para o aproveitamento

⁹ Parte principal do tronco, entre o solo e as primeiras ramificações.

econômico do material adquirido para a produção de móveis ou elementos de construção.

1.2.2 O resíduo como matéria-prima

O resíduo da madeira analisado neste trabalho pode ser considerado uma matéria-prima secundária, obtida em uma fase de pré-consumo do material, de acordo com a definição de Manzini e Vezzoli (2005, p. 93):

Os recursos secundários provêm dos descartes e dos refugos dos processos produtivos e das atividades de consumo. [...] Os recursos de pré-consumo são constituídos de descartes, refugos, ou excedentes gerados durante a produção.

Para o desenvolvimento deste trabalho, o objeto de observação e pesquisa escolhido foi madeira proveniente de descarte. Este descarte, caracteriza-se como a sobra da madeira utilizada em obras residenciais de pequeno porte, como casas ou reformas, e oriunda também das sobras de marcenarias e fábricas de móveis sob medida. Não estão sendo consideradas madeiras provenientes de demolição.

A diversidade de tipos, condições de uso e tamanhos que compõe este resíduo é muito heterogêneo, como se pode observar na figura 2 e na figura 3, o que leva à necessidade de alguns processos, como limpeza, lixa, corte e pintura, para que este resíduo possa ser reaproveitado da melhor forma. Pela necessidade destes processos de transformação, pode-se considerar que o resíduo encontrado precisa ser reciclado para que possa se transformar em matéria-prima para a confecção de novos produtos.



Figura 2 - Resíduo observado em fábrica de móveis sob medida
Fonte: Do autor (set. 2010)



Figura 3 - Resíduo observado em obra residencial
Fonte: Do autor (out.2010)

De acordo com a Resolução Nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, em seu artigo 2º, inciso VI, a reciclagem pode ser caracterizada como: “[...] o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação.” Para Manzini e Vezzoli (2005, p. 212), entende-se por reciclagem “[...] no uso das matérias-primas secundárias, quando os materiais são utilizados para fabricar novos

produtos industriais, o reprocessamento leva o nome de reciclagem.” Para efeitos de legislação, questão ampliada no capítulo 2 deste trabalho, de acordo com a Lei Nº 12.305, que “Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos”, a reciclagem é definida da seguinte forma:

[...] processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes dos Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (BRASIL, 2010. TÍTULO I, CAPÍTULO II, Art. 3º, Inc. XIV)

Para que o resíduo possa ser considerado reutilizável, seriam necessários apenas pequenos processos de transformação. Segundo a Resolução Nº 307 do CONAMA, Art. 2º, Inc. VI, “Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo.” Para Manzini e Vezzoli (2005 p. 201) “as alterações necessárias para promover a reutilização devem ser poucas e limitar-se, por exemplo, à limpeza ou à desmontagem e recondução de alguns componentes para novos produtos.”

Assim, para o desenvolvimento do presente trabalho são consideradas as definições de reciclagem apresentadas acima, pois se espera que sejam necessários processos que irão além da limpeza das peças, para que as mesmas possam ser utilizadas em novos produtos.

1.2.4 O resíduo como problema social e ambiental/panorama do resíduo no Brasil

O reaproveitamento dos resíduos de madeira para confecção de móveis é o principal objetivo deste trabalho. Como consequência desta ação é possível contribuir, ainda que de forma incipiente, na redução dos resíduos depositados de forma inadequada no meio ambiente. Os resíduos levados em conta nas análises (capítulo 3) são provenientes do descarte das indústrias de móveis e da construção civil.

Estes resíduos podem ser classificados como resíduos industriais e resíduos da construção civil e demolição (RCD). De acordo com a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), resíduo industrial é aquele gerado nos processos produtivos e instalações industriais. Já os resíduos de construção civil são aqueles gerados em construções, reformas, reparos e demolições, incluindo os resíduos gerados durante a preparação do terreno que receberá obras civis.

O grande desenvolvimento da indústria da construção civil e moveleira no Brasil proporciona enormes benefícios, como o aumento na oferta de empregos e consequente facilidade de acesso pela população de baixa renda a itens de consumo. Incentivos governamentais, como a redução da alíquota do Imposto Sobre Produtos Industrializados (IPI) para móveis, e o Programa Habitacional Popular, lançado em 2009 pelo Ministério das Cidades, chamado “Minha Casa, Minha Vida”, que visa atender as necessidades de habitação da população de baixa renda, favoreceram este crescimento.

De acordo com o Sindicato das Indústrias do Mobiliário de Bento Gonçalves (SINDMÓVEIS), as projeções para o crescimento das vendas no setor moveleiro indicam percentuais da ordem de 10% para o ano de 2010. Já para o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON-RS), a construção civil gaúcha obteve um crescimento de 9,67% no primeiro semestre de 2010 na comparação com o mesmo período de 2009 e, no Brasil, o crescimento registrado no PIB da construção civil foi de 14,9% no primeiro trimestre de 2010 em comparação com mesmo período do ano anterior.

Entretanto, o crescimento nos setores do mobiliário e construção civil, além de benefícios à economia, também geram problemas ambientais, podendo se levantar a seguinte questão: onde depositar e como gerenciar todo o resíduo que será gerado junto com este crescimento?

De acordo com Pinto e González (2005), o conjunto de resíduos produzidos pela construção civil pode atingir até duas toneladas de entulho para cada tonelada de lixo domiciliar e a falta de tratamento adequado para estes resíduos dá origem a problemas ambientais, principalmente em municípios com maior taxa de expansão e renovação urbana. Frente a este elevado número e visando um melhor gerenciamento destes resíduos, a Resolução Nº 307 (CONSELHO Nacional..., 2002), em seu Art. 1º. estabelece “diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a

minimizar os impactos ambientais”. Esta resolução torna obrigatória a todos os municípios e ao Distrito Federal a implantação de um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

A Resolução Nº 307, em seu Art. 4º determina ainda que “Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final”. Os geradores destes resíduos podem ser, desde os executores de pequenas reformas até grandes construtores com áreas de construção acima de 300m² (PINTO; GONZÁLEZ, 2005).

A disposição inadequada também é ponto abordado em planos de gerenciamento de resíduos, já implantados em diversos municípios do Brasil. O recolhimento organizado dos resíduos é feito por empresas de transporte especializadas, através de caçambas de entulho que devem ter seu conteúdo descartado em aterros licenciados pelos municípios. Entretanto, parte deste resíduo é lançado em áreas inadequadas, gerando as chamadas disposições irregulares, seja pela população de baixa renda, que não possui condições financeiras de arcar com despesas de coletores organizados, ou por coletores de pequeno porte (PINTO; GONZÁLEZ, 2005).

Esta disposição inadequada gera tanto problemas ambientais como sociais, uma vez que a população é obrigada a conviver com situações que põem em risco a saúde e a segurança, pois o entulho pode ser formado por resíduos de construção civil, madeira, móveis velhos, madeira de poda, animais mortos, lixo domiciliar, pneus, entre outros. Exemplo desta situação pode ser registrado no município de Novo Hamburgo, em um trecho da Av. Dos Municípios, conforme figura 4 a seguir.



Figura 4 - Disposição irregular de resíduos, registro feito em 14/09/2010
Fonte: Do autor (set. 2010)

Quando dispostos em locais regulamentados, os resíduos são periodicamente aterrados, não ficando expostos a céu aberto. Como exemplo, pode-se observar as imagens das figuras 5 e 6, captadas em um terreno situado no bairro Rondônia, na cidade de Novo Hamburgo/RS, e destinado à disposição de entulho. O terreno é de responsabilidade de uma empresa privada de locação e recolhimento de caçambas de telentulho, sendo que a mesma é a responsável pelo recolhimento dos resíduos de duas marcenarias visitadas durante o levantamento de dados.



Figura 5 - Área já aterrada
Fonte: Do autor (out. 2010)



Figura 6 - Resíduos ainda sem aterro
Fonte: Do autor (out. 2010)

De acordo com informações fornecidas pela empresa visitada, o terreno possui regulamentação apenas para alguns tipos de resíduos sólidos, não sendo permitida a disposição de lixo domiciliar e outros resíduos, como metais e plásticos e outros resíduos sólidos passíveis de reciclagem.

É possível observar uma quantidade significativa de madeira e de compensados em meio a outros resíduos, tais como podas de árvores, telhas de zinco, concreto e outros resíduos de construção civil. Mesmo no aterro regulamentado, há a presença de uma pessoa trabalhando como catador, separando materiais metálicos, plásticos ou outros que possuam algum valor comercial e que foram depositados ali indevidamente.

O tamanho de caçamba mais comumente utilizada tem capacidade para 6 m³ de resíduos. O custo de locação, pelo período de dois dias, pode variar entre R\$ 70,00 e R\$ 80,00, dependendo do bairro¹⁰.

A partir das informações levantadas, pode-se considerar que o custo médio para recolhimento de 1 m³ de resíduo, proveniente de marcenarias, construção civil ou outros, é de aproximadamente R\$ 12,00. Este valor pode ser avaliado como baixo e vantajoso, frente à comodidade de descarte de materiais que não tem mais função ou valor comercial.

Observa-se também que, após o descarte no aterro, não há condições de separação de materiais passíveis de reaproveitamento, em virtude de riscos de acidentes ou mesmo de contaminação, oferecidos pela mistura de diversos materiais de origem desconhecida.

1.2.5 Vantagens e desvantagens da reciclagem

A reciclagem já é, sem dúvida, uma realidade necessária. A cadeia percorrida pelos resíduos, até converterem-se em novos produtos, envolve uma série de processos e pessoas que transformou a reciclagem em um negócio lucrativo. Para muitos, é a forma de sustento da família através da coleta e venda de resíduos.

A escassez de materiais em muitos países do Terceiro Mundo tornou a reciclagem uma necessidade e uma forma de vida durante gerações. Quando a vida é difícil, nada se desperdiça. Recolhem-se garrafas e cartão na China, para reciclagem, e os pneus velhos são adaptados para o transporte de água na Nigéria. (PAPANNEK, 1998, p. 32)

No Brasil, o maior potencial de reciclagem está nos resíduos provenientes de embalagens, que são um dos principais componentes do lixo domiciliar, produzidas em material plástico, metal, vidro e papel. Consideradas bens

¹⁰ Valores consultados no mês de novembro de 2010 para a cidade de Novo Hamburgo/RS, junto à empresa com aterro regulamentado.

monouso¹¹, as embalagens possuem maior impacto ambiental nas fases de produção e eliminação (MANZINI; VEZZOLI, 2005).

Por outro lado, infelizmente, não há igual consciência para a necessidade de reciclagem de bens duráveis ou multiuso¹². Embora também apresentem grande impacto na fase de descarte, de acordo com Manzini e Vezzoli (2005), para os bens duráveis este descarte pode ser minimizado aumentando a vida útil destes produtos, como móveis e bicicletas, por exemplo.

Verifica-se mais recentemente uma tendência de baixo investimento, por parte dos usuários, em ações de conservação e restauração de seus móveis, que raramente são consertados, uma vez que os custos destas ações são encarados como não vantajosos, acabando por gerar descarte e substituição por produtos novos, cujos preços relativamente baixos tornaram sua aquisição mais acessível para grande parte da população.

Porém, quando o bem monouso ou multiuso é descartado corretamente, o produto pode, em todo ou em algumas de suas partes, ser reutilizado, reciclado ou incinerado. Para Manzini e Vezzoli (2005), o ideal é a reutilização de um produto, ou parte dele, porém mesmo os processos de reciclagem e incineração possuem custos elevados, o que acaba por incentivar o usuário a levar o produto diretamente para o descarte no lixo.

Quando a reciclagem é possível, ela pode se dar de duas formas: reciclagem em anel fechado e reciclagem em anel aberto:

Por reciclagem em anel fechado entende-se um sistema em que os materiais recuperados são utilizados em lugar de materiais virgens. Isto é, são usados na confecção dos mesmos produtos ou componentes de onde foram derivados. Na reciclagem em anel aberto, por sua vez, os materiais são encaminhados para um sistema-produto diferente dos de origem. (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p.97)

Para o resíduo de madeira, elemento de estudo neste trabalho, será considerado o sistema de reciclagem em anel fechado, de acordo com a definição citada anteriormente, pois o material recuperado será utilizado em lugar de um

¹¹ Bens monouso são considerados os bens de consumo que são consumidos durante o uso (por exemplo, comidas e detergentes), ou bens que poderiam ser reutilizados, reciclados ou substituídos (embalagens, barbeadores, jornais, etc.) (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 110)

¹² Bens multiuso são os bens duráveis, que requerem ou não manutenção durante sua vida útil. Por exemplo: bicicletas, móveis e máquinas de lavar. (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p. 110)

material virgem, derivado do próprio produto eliminado. Mesmo a reciclagem pode trazer prejuízos ao meio ambiente, pois dela também se originam refugos que não são passíveis de aproveitamento, além da alteração de características de alguns materiais.

Segundo Manzini e Vezzoli (2005), a reciclagem apresenta vantagens principalmente quando há responsabilidade dos próprios produtores em dar destino final a seus produtos, pois o conhecimento sobre a matéria-prima e a identificação dos materiais pode facilitar o processo, além da vantagem ambiental, evitando o descarte dos produtos no meio ambiente. Ainda de acordo com os autores, a desvantagem da reciclagem se dá quando o produtor não pode agir em larga escala e com diferentes materiais devido à sua planta produtiva. Para os produtores de pequeno porte, a realidade econômica é o que o impede de agir.

No caso específico do material madeira, abordado neste trabalho, para as marcenarias, por exemplo, o custo de separação, tratamento, mão-de-obra e tempo de maquinário, para produzir produtos com o material descartado, pode não ser atraente. O lucro obtido e a facilidade de produção de produtos com matéria-prima virgem ainda é mais vantajoso, mesmo que o resíduo pré-consumo gerado não necessite de etapas como o transporte e a desmontagem para ser reciclado, custos estes agregados na reciclagem de produtos pós-consumo, como exemplo das embalagens e outros produtos descartáveis.

2 REVISÃO DOS CONDICIONANTES LEGAIS

A preocupação por parte de instituições públicas brasileiras com o destino correto de resíduos sólidos pode ser observada através da criação de legislações específicas. Políticas de gerenciamento de resíduos já são implantadas em muitos municípios brasileiros, melhorando a qualidade de vida do meio urbano, preservando a saúde e bem-estar das comunidades.

A seguir serão apresentadas as principais legislações vigentes no País, que têm, como alguns de seus objetivos, a classificação e o estabelecimento de critérios para a gestão de resíduos sólidos. Serão trazidos aqui os itens mais relevantes e pertinentes de cada norma, resolução ou lei, para esclarecimentos de normativas legais.

2.1 ABNT NBR 10004:2004

A principal norma brasileira para regulamentação de resíduos sólidos tem o objetivo de classificá-los “quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.” (COMISSÃO de estudo..., 2004, p. 1) Em seu item 3, onde aborda definições, a norma estabelece:

3.1 resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (IDEM, 2004, p. 1).

Como principal contribuição, a ABNT NBR 10004:2004 traz em seu item 4.2 a classificação de resíduos, conforme apresentado no quadro a seguir.

Resíduos de classe I	Perigosos
Resíduos de classe II	Não perigosos
Resíduos de classe II A	Não inertes
Resíduos de classe II B	Inertes

Quadro 2 – Classificação de resíduos sólidos.

Fonte: elaborado pelo autor

Resíduo inerte é aquele que mantém suas propriedades inalteradas em contato com solventes ou com a atmosfera, ou seja, que não reage quimicamente. Por resíduo perigoso a presente norma define como aqueles que:

...em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. (COMISSÃO de estudo..., 2004, p.2)

A norma ABNT NBR 10004:2004 apresenta também, em seus anexos, de forma mais detalhada, a identificação e classificação dos resíduos considerados perigosos, bem como as substâncias tóxicas que podem classificá-lo como tal. No seu anexo H (quadro 3), são apresentados alguns resíduos classificados como não perigosos, dentre os quais encontra-se a madeira, identificado pelo código A009.

Código de identificação	Descrição do resíduo	Código de identificação	Descrição do resíduo
A001	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	A009	Resíduo de madeira
A004	Sucata de metais ferrosos	A010	Resíduo de materiais têxteis
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão etc.)	A011	Resíduos de minerais não-metálicos
A006	Resíduo de papel e papelão	A016	Areia de fundição
A007	Resíduos de plástico Polimerizado	A024	Bagaço de cana
A008	Resíduos de borracha	A099	Outros resíduos não perigosos

NOTA: Excluídos aqueles contaminados por substâncias constantes nos anexos C, D ou E e que apresentem características de periculosidade.

Quadro 3 - Codificação de alguns resíduos classificados com não perigosos.

Fonte: (COMISSÃO de estudo..., 2004, p.71)

2.2 RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002 (CONAMA)

Com o intuito de criar instrumentos para regulamentação e gerenciamento da expressiva quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD), foi aprovada a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Além de tornar obrigatória a implantação de Planos Integrados de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, por parte do poder público, a resolução também determina, para os geradores de resíduos, a adoção de medidas que minimizem a geração, sua reutilização ou reciclagem.

Conforme citado anteriormente, no item 1.2.2 deste trabalho, o resíduo oriundo da construção civil representa um volume significativo se comparado ao volume de lixo domiciliar. Dentro deste contexto, de acordo com seu texto, diversos fatores foram considerados para elaboração da resolução, dentre os quais podemos destacar:

- a necessidade de implementação de diretrizes para redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos provenientes da construção civil;
- a disposição de resíduos de forma inadequada, que contribui para a degradação do meio ambiente;
- os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos em áreas urbanas; e
- a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais oriundos da reciclagem de resíduos da construção civil.

Levando em consideração os fatores acima citados, a resolução, em seu Art. 1º estabelece “diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.” (CONSELHO Nacional..., 2002).

A resolução estabelece ainda definições, dentre as quais, consideradas relevantes no contexto do presente trabalho, estão as seguintes:

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:
I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas,

pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;
 II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução; [...]

[...] V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto; [...]

[...] X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos (CONSELHO Nacional..., 2002, ART. 2º).

Para efeitos da resolução, os resíduos de construção civil possuem uma classificação específica, além da orientação para destinação dos mesmos, conforme apresentado no quadro a seguir.

Classe	Definição	Composição	Destino
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento argamassa, concreto	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou destinados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, permitindo futura utilização.
B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros	Reutilização, reciclagem ou encaminhamento a áreas de armazenamento temporário, permitindo futura utilização.
C	Resíduos para os quais não há disponibilidade de soluções viáveis para sua reciclagem ou recuperação	Gesso	Armazenagem, transporte, reutilização e destino em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Resíduos perigosos	Tintas, solventes, óleos e outros	Armazenagem, transporte, reutilização e destino em conformidade com as normas técnicas específicas.

Quadro 4 – Classificação dos resíduos da construção civil

Fonte: adaptado de CONSELHO Nacional..., 2002

Como pode ser observado, tanto para a ABNT NBR 10004:2004, quanto para a Resolução N° 307, o resíduo madeira é classificado como não perigoso,

sendo considerado reciclável ou reutilizável, dados estes baseados em legislação e que contribuem para validar a importância da pesquisa desenvolvida neste trabalho.

2.3 LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010

Recentemente o Brasil obteve um avanço importante, tratando-se de legislações que envolvem o tema da sustentabilidade. Após 19 anos de tramitação no Congresso Nacional, foi sancionada a Lei que surge como um marco no gerenciamento de resíduos sólidos no país.

A Lei Nº 12.305, que “Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos”, versa sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes ligadas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. A lei estabelece, também, responsabilidades a pessoas físicas e jurídicas sobre a geração e gerenciamento destes resíduos. Neste item serão apresentados os principais elementos da lei, aqueles considerados relevantes aos objetivos deste trabalho e que podem contribuir para o enriquecimento da pesquisa desenvolvida.

Da mesma forma que as legislações trazidas anteriormente, a Lei 12.305 apresenta definições e disposições que compõem o seu texto e servem de efeito para o cumprimento da mesma. Dentre as definições mais importantes, pode-se destacar:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:
[...] IV - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;
V - coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição; [...]
VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos; [...]
IX - geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo; (BRASIL, 2010, TÍTULO I, CAPÍTULO II, ART. 3º).

Ainda em seu Art. 3º, a lei apresenta definições importantes para o escopo deste trabalho, como reciclagem e reutilização:

[...] XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa;

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível; [...]

XVIII - reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (BRASIL, 2010, TÍTULO I, CAPÍTULO II, ART. 3^o).

Em seu Título III, que versa sobre as diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, a Lei 12.305 prevê ainda uma hierarquia na gestão de resíduos:

Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010, TÍTULO III, CAPÍTULO I, ART. 9^o).

Para efeitos da lei, são apresentadas no mesmo título e capítulo, Art. 13, Inc. I, as definições e classificações de resíduos sólidos, conforme quadro abaixo.

Alínea	Origem	Definição
a	Resíduo domiciliar	Proveniente de atividades domésticas em residências urbanas.
b	Resíduo de limpeza urbana	Varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
c	Resíduos sólidos urbanos	Os incluídos nas alíneas "a" e "b".
d	Resíduos de estabelecimentos comerciais e de serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j".
e	Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Provenientes destas atividades, excetuados os referidos na alínea "c".
f	Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
g	Resíduos de serviços de saúde	Gerados nos serviços de saúde.
h	Resíduos da construção civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis.
i	Resíduos agrossilvopastoris	Provenientes das atividades agropecuárias e

		silviculturais.
j	Resíduos de serviços de transportes	Originados em portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários.
k	Resíduos de mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Quadro 5 – Classificação de resíduos quanto à origem

Fonte: adaptado de BRASIL, 2010

Ainda em seu Título III, Capítulo III, a lei aborda as responsabilidades dos geradores de resíduos e do poder público. Dentre elas, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Na seção II Art. 30 rege a lei:

Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos tem por objetivo: [...]
 II - promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; [...]
 V - estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; (BRASIL, 2010, TÍTULO III, CAPÍTULO III, ART. 30).

Outro ponto relevante da lei são os princípios e objetivos que abordam fatores econômicos tais como, o incentivo à reciclagem e reutilização de resíduos. Como exemplo, pode-se citar o disposto no Título II, Capítulo II, Art. 6º “VIII – “o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;”

Em seu Título III, Capítulo V, Art. 42 e Art. 44, a lei dispõe sobre os instrumentos econômicos e desenvolvimento de incentivos fiscais:

Art. 42. O poder público poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de:
 I - prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
 II - desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida; [...]
 Art. 44. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios, respeitadas as limitações da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal), a:
 I - indústrias e entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional;
 II - projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda; (BRASIL, 2010, TÍTULO III, CAPÍTULO V).

É relevante também observar que a lei apresenta, na definição para padrões sustentáveis de produção e consumo, o compromisso com a preservação dos recursos ao manifestar a preocupação com uma “produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras;” (BRASIL, 2010, TÍTULO I, CAPÍTULO II, ART. 3º INC. XIII).

Esta definição apresentada pela lei já aparece no relatório “Nosso Futuro Comum” de 1988, citado anteriormente, no item 1.2.1 deste trabalho. Na definição apresentada no relatório tem-se: “O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. (COMISSÃO mundial..., 1988, p. 46.)

A partir destas duas definições, cujas publicações distam mais de duas décadas, pode-se afirmar que o conceito levantado em 1988, pode ser aplicado ainda hoje e que a projeção de futuro ambiental exposta na época veio a se confirmar.

3 DADOS DO DESCARTE DA MADEIRA

A pesquisa de campo realizada para o levantamento de dados teve por objetivo captar informações relativas aos diferentes tipos de descarte de madeira em marcenarias e fábricas de móveis. A escolha das fábricas de móveis para coleta das amostras foi definida pelo critério de trabalho apenas com móveis sob medida, deixando de lado as marcenarias ou fábricas que produzem móveis em série ou em escala industrial. Já para as obras civis, foram definidas para estudo as obras civis de médio porte, com área construída entre 100 m² e 200 m² cuja mão de obra mais utilizada e as técnicas de construção ainda são tradicionais.

Foram consideradas no levantamento dos dados um total de seis amostras, sendo três da área moveleira e três da construção civil. As fábricas de móveis e obras visitadas, para efeitos de apresentação neste trabalho, são tratadas como amostras e identificadas pelas letras A, B e C, respectivamente, sem identificação do nome da empresa ou do responsável pela obra visitada.

3.1 MARCENARIAS E INDÚSTRIA DE MÓVEIS SOB MEDIDA

A seguir serão apresentados os dados levantados nas amostras da área moveleira.

3.1.1 Amostra A

Esta amostra foi obtida em empresa localizada no bairro Primavera na cidade de Novo Hamburgo/RS, tendo como atividade principal a fabricação de móveis sob medida.

A principal matéria-prima empregada no local é o MDF (*Medium Density Fiberboard*) cru ou revestido, representando cerca de 95% do material utilizado,

sendo os 5% restantes de madeira maciça de diferentes espécies, sendo o pinus, freijó e cerejeira citadas como as mais utilizadas.

As sobras de MDF e madeira natural com potencial de reutilização são seleccionadas e classificadas de acordo com o tipo e tamanho, conforme figura 7. As sobras descartadas e não aproveitadas internamente são dispostas em caixas de madeira, como se pode observar na figura 8, e recolhidas quinzenalmente por uma empresa de telentulho, contratada pela fábrica de móveis e que é responsável pelo recolhimento e destino final deste resíduo.



Figura 7 - Sobra classificada, registro fotográfico na amostra A
Fonte: Do autor (set. 2010)



Figura 8 - Sobras descartadas, registro fotográfico na amostra A
Fonte: Do autor (set. 2010)

Antes de ser recolhido definitivamente, parte deste resíduo é coletado por particulares que utilizam o MDF para confecção de artesanato. A madeira natural é destinada para queima em forno à lenha ou lareira, neste caso recolhida por vizinhos ou funcionários.

De forma geral as peças descartadas apresentam condições de reutilização ou reciclagem, pois são peças de MDF ou madeira maciça que ainda não sofreram processos de pintura e colagem. Apenas as peças de MDF revestido já apresentam algum tipo de acabamento, o que não impede sua utilização. O tamanho das peças encontradas no descarte também é muito variado, como se pode observar na figura 8, apresentada anteriormente.

A quantidade de resíduo de madeira e MDF recolhida quinzenalmente é de aproximadamente 3 m³, de acordo com informação fornecida no local da visita. Além das sobras de madeira e de MDF em pedaços, também são gerados outros resíduos, como a serragem e a maravalha, provenientes dos processos de corte e plaina, e que também são recolhidos quinzenalmente.



Figura 9 - Serragem, registro fotográfico na amostra A
Fonte: Do autor (set. 2010)

Outros resíduos gerados durante o processo de produção são separados e classificados (figura 10), sendo destinados a uma empresa do Vale dos Sinos (Utresa) que dá a destinação final aos mesmos.



Figura 10 - Outros resíduos gerados durante o processo de produção
Fonte: Do autor (set. 2010)

3.1.2 Amostra B

A segunda amostra apresentada foi coletada no bairro Primavera na cidade de Novo Hamburgo/RS e é proveniente de empresa que tem como atividade principal a fabricação de móveis sob medida.

A matéria-prima utilizada divide-se entre o MDF cru, MDF revestido e madeira maciça. Grande parte da produção é realizada com MDF cru e revestido. A madeira maciça é utilizada apenas sob demanda de projeto, sendo as mais utilizadas a caixeta, o açoita e o freijó.

As sobras de MDF com potencial de reutilização são classificadas e reservadas (figura 11), caso possam ser úteis em novos projetos. Se estas permanecem muito tempo reservadas sem reutilização, são descartadas juntamente com as sobras que não podem ser aproveitadas (figura 12). Já os resíduos de madeira maciça são igualmente reservados (figura 13), pois apresentam potencial de aplicação como pequenos componentes de móveis ou são utilizados para queima. O tamanho e a forma dos resíduos é muito heterogêneo.



Figura 11 - Sobra de MDF classificada e reservada
Fonte: Do autor (set. 2010)



Figura 12 – Resíduos de MDF, exemplo de pedaços maiores
Fonte: Do autor (set. 2010)



Figura 13 - Resíduos de MDF, exemplo de pedaços menores
Fonte: Do autor (set. 2010)

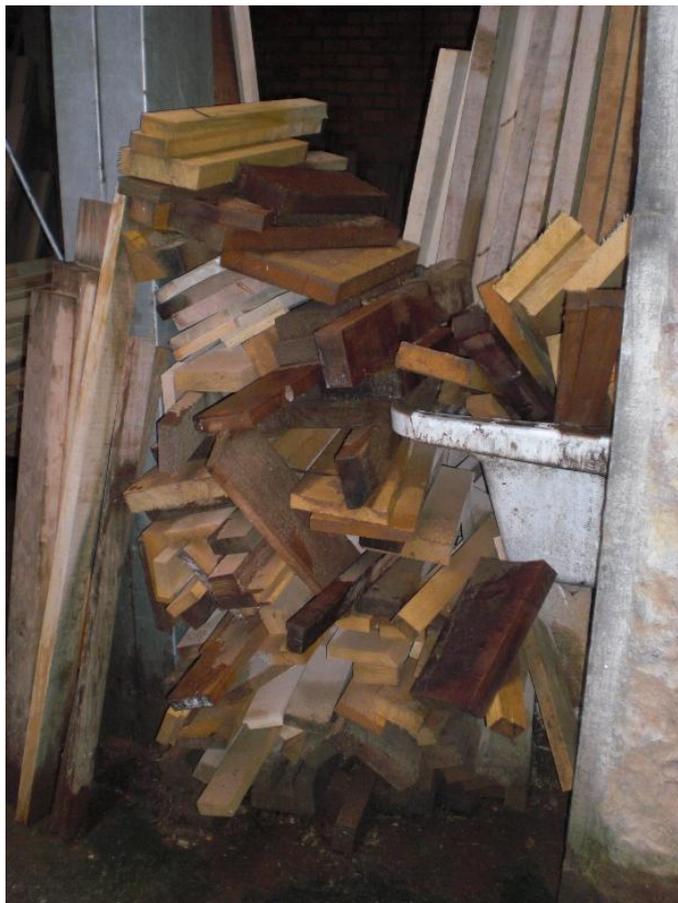


Figura 14 - Sobra reservada de madeira natural
Fonte: Do autor (set. 2010)

Apenas as sobras de MDF são descartadas e recolhidas quinzenalmente por uma empresa de telentulho que dá destino final às mesmas, totalizando aproximadamente 3m³. Eventualmente parte deste resíduo, que será transportado como entulho, é recolhido por particulares que utilizam peças para confecção de artesanato.

Muitas das peças descartadas apresentam condições de reutilização ou reciclagem. A exemplo da amostra apresentada anteriormente, este descarte se caracteriza por ainda não ter sofrido processos de pintura e colagem, necessitando apenas de classificação e análise do potencial de utilização de cada peça.

3.1.3 Amostra C

A amostra C, aqui apresentada, foi tomada de uma fábrica situada na cidade de Gramado/RS, no bairro Serra Grande, tendo sua atividade voltada para a fabricação de adegas de madeira sob medida ou peças individuais (figura 15). A principal matéria-prima utilizada é a madeira natural pinus. Também são utilizadas chapas laminadas, aplicadas como fundo das adegas, e MDF.



Figura 15 - Exemplos dos projetos desenvolvidos
Fonte: Fornecido por representante entrevistado (set. 2010)

A condição do descarte observado nesta amostra apresenta poucas possibilidades de reciclagem, pois o mesmo se caracteriza por pedaços muito pequenos, finos e curvos (figura 16). A madeira adquirida para a produção é de boa qualidade, com aproveitamento quase total (figura 17), sendo o resíduo absorvido pela própria fábrica, que o destina para queima em estufa de secagem de peças em produção.



Figura 16 - Resíduos de pinus
Fonte: Fornecido por representante entrevistado (set. 2010)



Figura 17 - Madeira inteira e já cortada para produção
Fonte: Do autor (out. 2010)

Outros resíduos gerados em grande quantidade durante o processo de produção são a maravalha e a serragem, que são recolhidas por criadores de frango da região. De acordo com informações fornecidas pela fábrica, a quantidade de resíduo gerado mensalmente é de aproximadamente 2 m³ de retalhos de madeira e 4 m³ de serragem e maravalha.

3.2 OBRAS RESIDENCIAIS

A seguir serão apresentados os dados obtidos pela observação de obras residenciais. Da mesma forma como visto no item anterior, as amostras obtidas

serão identificadas pelas letras maiúsculas A, B e C. Não serão consideradas nestas análises as escoras de eucalipto (figura 18). Além de se caracterizarem por peças de má qualidade e sem tratamento, geralmente as escoras também podem ser revendidas e reutilizadas em outras obras. As escoras de madeira ainda são muito utilizadas em obras residenciais, mesmo que já venham sendo substituídas por novas tecnologias em obras de grande porte. Também não serão analisadas as madeiras utilizadas para confecção de esquadrias por considerarmos este como um processo paralelo ao projeto da obra.

As amostras B e C apresentadas foram coletadas na cidade de Barra do Ribeiro, às margens do lago Guaíba. Por situarem-se afastadas de área urbana, torna-se interessante a análise dos resíduos e sua possível destinação, pois estão distantes de recursos regulamentados para disposição de resíduos sólidos, tornando mais fácil a ocorrência de uma situação irregular nestas situações.



Figura 18 - Escoras de eucalipto, elemento utilizado em obras residenciais
Fonte: Do autor (out. 2010)

3.2.1 Amostra A

A primeira obra residencial visitada fica situada no centro da cidade de Campo Bom/RS. Totalmente de alvenaria, é constituída de um pavimento térreo e um mezanino no segundo pavimento.

A madeira empregada em maior quantidade é o eucalipto, utilizada para confecção da estrutura de telhado, formas e andaimes, como pode ser observado na figura 19. Também foi empregada a madeira de garapeira, aplicada de forma decorativa, como vigas aparentes.



Figura 19 - Madeira de eucalipto
Fonte: Do autor (out. 2010)

Todas as sobras são dispostas em uma local do terreno, sem organização por tipo ou tamanho, como se observa na figura 20.



Figura 20 - Sobras de madeira depositadas em um local do terreno
Fonte: Do autor (out. 2010)

Observa-se também o descarte mais significativo das madeiras utilizadas em formas ou andaimes, já que a madeira utilizada como estrutura da cobertura tem aproveitamento quase total.

3.2.2 Amostra B

A amostra B, como citado anteriormente, é de uma construção localizada na cidade de Barra do Ribeiro/RS. Totalmente de alvenaria, possui um pavimento térreo.

A madeira empregada na obra teve aplicação em estrutura de telhado e forro da área social, como observado na figura 21. As espécies utilizadas foram eucalipto (*Eucalyptus*) e cedro (*Cedrela sp.*), além de toras com 20mm de diâmetro de eucalipto (*Eucalyptus*) tratado, empregado na sustentação do telhado da varanda. Também foi utilizado o cedro (*Cedrela sp.*) para a confecção de balcão em cozinha estilo americano. A sobra da madeira utilizada para o balcão foi imediatamente reaproveitada, juntamente com sobras de toras de eucalipto (*Eucalyptus*), para a confecção de um aparador (figura 22).



Figura 21 - Aplicação da madeira em telhado e forro
Fonte: Do autor (set. 2010)



Figura 22 - Reaproveitamento de madeira como aparador
Fonte: Do autor (out. 2010)

A sobra de madeira de eucalipto, utilizada para a estrutura do telhado, pode ser considerada significativa, pois a peça de madeira utilizada é fornecida por madeireiras da região com 5,40 m de comprimento, e os recortes, mesmo sendo aproveitados para montagem da estrutura, não foram totalmente absorvidos pela obra. Além de pedaços de eucalipto, também há resíduos de madeira utilizados para forma e forro. As peças são de tamanhos muito variados, sendo dispostas em um local do terreno sem qualquer organização, como se pode observar na figura 23 a seguir.



Figura 23 - Resíduo de madeira observado na amostra B
Fonte: Do autor (set. 2010)

As sobras, apesar de se caracterizarem por apresentar diferentes tamanhos, têm condições de reutilização ou reciclagem. Muitas peças possuem tamanho maior que 1m de comprimento com uma polegada¹³ de espessura. Excluídas as madeiras utilizadas para forma e andaime, que possuem resquícios de cimento e areia, as peças utilizadas para o telhado e forro são limpas, com aplicação apenas de fungicidas.

3.2.3 Amostra C

A obra apresentada a seguir, a exemplo da obra da amostra anterior, também está localizada na cidade de Barra do Ribeiro, às margens do lago Guaíba. Construída totalmente em alvenaria, possui um pavimento térreo e um dormitório em segundo pavimento.

¹³ Uma polegada equivale a 2,54 cm.

Observa-se também nesta amostra grande quantidade de resíduos de madeira depositados aleatoriamente em uma área do terreno, como apresentado na figura 24. De difícil identificação, possivelmente as espécies mais utilizadas foram o pinus e eucalipto, para formas, andaimes e estrutura de telhado.



Figura 24 - Resíduo depositado no terreno
Fonte: Do autor (set. 2010)

Nesta amostra, encontra-se também grande quantidade de peças com resquícios de cimento e pregos (figura 25), mas é possível localizar peças em condições de reaproveitamento.



Figura 25 - Peças de madeira com resquícios de cimento e pregos
Fonte: Do autor (out. 2010)

Em uma breve seleção de peças como amostra, é possível encontrar tábuas de madeira que variam de 50 cm a 3 m de comprimento, o que oferece possibilidade de uso em elementos como tampos e assentos, sem necessidade de muitos recortes.

4 ANÁLISE DE REFERÊNCIAS

Neste tópico serão apresentadas referências de profissionais renomados, como Carlos Motta, Hugo França e Paulo Alves, atuantes na área de *design*, que desenvolvem importantes trabalhos com foco na sustentabilidade, além da empresa Bortolini, pela relevância de trabalho recentemente desenvolvido nesta área.

Frente à diversidade e à particularidade dos resíduos de marcenaria e construção civil analisados, objeto de estudo deste trabalho, e às várias possibilidades de aplicação que se espera que os mesmos possam oferecer, as referências apresentadas a seguir não são analisadas como similares concorrentes, mas sim como exemplos de produtos, cuja preocupação com o *design* sustentável pode ser observada através do uso de madeiras de demolição, madeiras certificadas ou madeiras encontradas na natureza.

Atualmente também é possível encontrar em publicações, como no livro “Design Brasil – 101 anos de história” (2010), o termo “madeira de redescobrimto”, que se refere às madeiras de árvores caídas, madeira de demolição, encontradas no mar ou rios, e de construção civil.

Alguns produtos, devido à exclusividade da matéria-prima utilizada, podem se transformar em obras de arte aliadas à função do mobiliário, a exemplo do trabalho desenvolvido por Hugo França (item 3.2).

Os profissionais apresentados como referências também contribuem para validar o estudo desenvolvido no presente trabalho, mostrando exemplos viáveis do aproveitamento de madeiras que teriam perdido seu valor comercial.

4.1 CARLOS MOTTA (1952)

Arquiteto paulista, Carlos Motta estabeleceu-se, em 1978, no bairro de Vila Madalena em São Paulo/SP, onde construiu um galpão de marcenaria e estabeleceu seu *atelier*. O interesse pela madeira surgiu ainda jovem. Surfista, costumava pegar troncos de árvores trazidos pelo mar e com eles produziu suas primeiras peças utilitárias e esculturas. Nas décadas de 80 e 90, muitas espécies de

madeira, hoje em perigo de extinção, chegaram a ser utilizadas em seus produtos. Porém, atualmente, busca desenvolver seus projetos com extrema atenção à matéria-prima. Utilizando a madeira de “redescobrimento”, desenvolveu peças de mobiliário, dentre as quais muitas fizeram parte da mostra “Móveis de Madeira Reutilizada”, ocorrida no MCB em São Paulo/SP, no período de 9 de junho a 4 de julho de 2010, incluindo a poltrona de balanço “Astúrias” (figura 26), uma das peças vencedoras do concurso Planeta Casa¹⁴ de 2003.



Figura 26 - Poltrona Astúrias de peroba-rosa
Fonte: <<http://www.carlosmotta.com.br>> Acesso em 14 out. 2010



Figura 27 - Poltrona Taguaiba, de peroba-rosa e laminado
Fonte: Do autor, fotografada durante exposição no MCB (2010)

¹⁴ O Prêmio Planeta Casa é promovido pela Editora Abril, através da revista Casa Claudia. Com diversas categorias, desde 2002, o prêmio busca valorizar empresas e profissionais engajados com o desenvolvimento sustentável.

4.2 HUGO FRANÇA (1954)

Nascido no Rio Grande do Sul e formado em engenharia de produção, Hugo França deixou Porto Alegre, radicando-se em Trancoso/BA, no início da década de 80. Numa época em que a região sofria com desmatamentos que dariam lugar a pastagens, a percepção dos estragos causados à natureza levou Hugo França a experimentar o uso de sobras de madeira.

Na busca por toras de árvores caídas, nos pastos onde antes existiam florestas, Hugo França descobriu o pequi: uma árvore de madeira forte, pesada e resistente que atinge sua idade adulta com 200 anos. De difícil remoção, as toras desta árvore eram deixadas no local pelos pecuaristas. Com a ajuda de mateiros e indígenas locais, o *designer* passou a buscar nas matas sua matéria-prima. Incorporando técnicas de confecção de canoas, usadas por índios pataxós, passou a transformar troncos e raízes em peças únicas, de formas orgânicas. No próprio local onde a madeira é encontrada, o *designer* já observa a sugestão de forma e função que cada tronco ou raiz pode oferecer. Posteriormente as peças são pré-cortadas e transportadas às oficinas onde são finalizadas.

Além de diversos prêmios e exposições, peças de Hugo França podem ser observadas no parque Burle Max em São Paulo/SP, onde executou, sob encomenda, com um tronco de pau-ferro caído no local, o banco “Burle Max”. Também o museu-parque do Instituto Inhotim, em Brumadinho/MG, já adquiriu mais de 60 obras produzidas pelo *designer*. Hugo França atualmente mora em São Paulo/SP, onde mantém seu escritório e *show room*.

Entre as peças mais conhecidas, está a cadeira “Zola” (figura 28), que faz parte de um conjunto de peças criadas a partir do reaproveitamento de canoas de pequi abandonadas por índios pataxós, observada durante a mostra “Design Brasil – 101 anos de história”, ocorrida no MCB em São Paulo/SP, no mês de julho de 2010. Em função da exclusividade, as peças têm custo elevado, podendo um banco custar até R\$ 50.000,00. O *designer* também elabora projetos especiais de mobiliário sob encomenda, como mesas e aparadores (figura 29).



Figura 28 - Cadeira Zola II

Fonte: Do autor, fotografada durante a exposição Design Brasil no MCB (2010)



Figura 29 - Aparador Nadifa, de madeira pequi

Fonte: <http://www.hugofranca.com.br/novo_site/home.html> Acesso em 14 out. 2010

4.3 PAULO ALVES (1965)

Formado em arquitetura pela Universidade de São Paulo (USP), em 1992, Paulo Alves teve seu primeiro estágio no escritório da arquiteta Lina Bo Bardi. A partir de 1994, passou a se dedicar ao mobiliário. Iniciou seu trabalho em uma marcenaria chamada Baraúna, fundada por seguidores de Lina Bo Bardi, tornando-

se sócio da marcenaria por dez anos. Em 2004, abriu seu próprio negócio, a Marcenaria São Paulo, onde prioriza o uso de madeira de origem certificada, adquirida de cooperativas de manejo, além de material de demolição e madeira caída.

Entre seus projetos, destacam-se a estante “Floresta” (figura 30), feita com multilaminado de madeira de reflorestamento, e os premiados “Buffet Cercadinho” (figura 31), vencedor do prêmio Planeta Casa 2005, com estrutura em madeira maciça e MDF e portas feitas de aparas de madeiras, além da cadeira “Atibaia” (figura 32), feita de madeira catuaba (*secondatia floribunda*), projeto vencedor do “Prêmio Design do Museu da Casa Brasileira” em 2009¹⁵.



Figura 30 - Estante Floresta
Fonte: Design Brasil (2010)

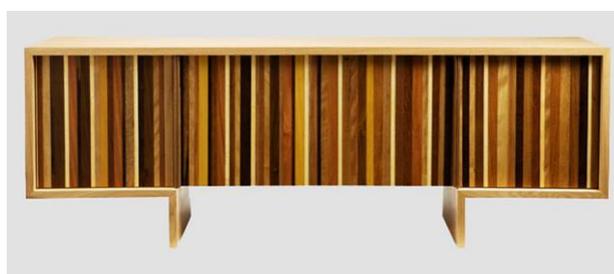


Figura 31 - Buffet Cercadinho
Fonte: <<http://www.marcenariasp.com.br/>> Acesso em 14 out. 2010

¹⁵ O Prêmio Design MCB é um dos mais importantes do segmento. Anualmente mapeia o que de mais importante acontece em *design* para habitação, desde utensílios, móveis e equipamentos.



Figura 32 - Cadeira Atibaia

Fonte: <www.revistaau.com.br/.../189/imprime158092.asp> Acesso em 15 out. 2010

4.4 ESTÚDIO ID BORTOLINI

Comandado pelo *designer* Paulo Dias Batista Junior, o Estúdio de Inovação e Design Bortolini (ID Bortolini), desenvolveu um sistema de estante, *home-office* e *home-teather* para residências e escritórios. Este projeto foi um dos vencedores do Prêmio Planeta Casa 2010, na categoria produtos de decoração. Produzida pela Bortolini Indústria de Móveis Ltda., de Garibaldi/RS, uma das maiores indústrias de móveis para escritório do Brasil, a linha de módulos “Legalle” (figura 33) utiliza sobras de produção de móveis da própria Bortolini (figura 34). São utilizadas sobras de MDF e MDP¹⁶ certificados, que se transformam em módulos para montagem de um produto de acordo com o desejo do cliente.

¹⁶ MDP: Chapas de partículas de média densidade. Possui partículas mais finas na superfície e maiores nas camadas internas. Tem maior densidade que o MDF.



Figura 33 - Linha Legalle Bortolini
Fonte: <<http://www.bortolini.com.br>> Acesso em 14 out. 2010



Figura 34 - Sobras de matéria-prima da produção de móveis
Fonte: <<http://www.bortolini.com.br>> Acesso em 14 out. 2010

Este projeto exemplifica a viabilidade de aproveitamento de sobras de materiais pré-consumo, por uma fábrica de móveis de grande porte, transformando o resíduo em produto a ser comercializado.

5 ANÁLISE TÉCNICA

Esta análise apresenta os possíveis materiais e processos de fabricação ou transformação que poderão ser utilizados no projeto a ser desenvolvido a partir da reciclagem dos resíduos. A escolha dos possíveis materiais (tipos de madeira) baseia-se nas informações levantadas durante a pesquisa de campo, ou seja, sobre os materiais que aparecem com maior frequência durante a observação dos resíduos. O quadro a seguir apresenta uma lista de madeiras possíveis de uso no projeto, bem como seus impactos ambientais.

Tipos de madeira possíveis de uso no projeto	Imagem do resíduo	Processos de transformação ou fabricação	Impacto ambiental dos materiais	Impacto ambiental dos processos de transformação ou fabricação
Madeira de eucalipto (<i>Eucalyptus</i> ¹⁷)		Limpeza, corte, plaina, lixa, pintura	Baixo	Baixo
Madeira de Pinus (<i>Pinus spp.</i>)		Limpeza, corte, plaina, lixa, pintura	Baixo	Baixo
MDF (<i>Medium Density Fiberboard</i>)		Limpeza, corte, lixa, pintura	Médio	Baixo

Quadro 6 - Madeiras e processos viáveis em projeto de reciclagem de resíduos e intensidade de impacto ambiental

Fonte: Do autor

5.1 EUCALIPTO (*EUCALYPTUS*)

A madeira de eucalipto se caracteriza por ser leve, de boa resistência mecânica, além de ser capaz de receber os mais variados tipos de acabamento.

¹⁷ Será considerado apenas o nome científico sem identificação da espécie.

Apresenta boas características de aplainamento, lixamento e furação. Na construção civil habitacional, especialmente, o eucalipto é uma alternativa ao uso de madeiras nobres, como a peroba-rosa, muito utilizada para construção de estruturas de telhado, além de ser o eucalipto a matéria-prima principal para a produção de celulose.

Com centenas de espécies identificadas, que podem variar de acordo com o clima e solo onde são plantadas, as mais utilizadas para o uso na construção civil e moveleira são a *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*. Popularmente, a madeira de eucalipto é tida como de baixa qualidade, pela sua facilidade de empenamento, rachadura e contrações. Estas situações ocorrem geralmente com madeira oriunda de árvores de crescimento muito rápido. Porém, plantações com planejamento e acompanhamento adequados, podem produzir madeiras de excelente qualidade, permitindo seu uso de forma nobre.

A madeira de eucalipto é uma alternativa ambientalmente mais acertada, pois tem sua origem no reflorestamento, além de possuir custo acessível se comparada a outras madeiras nobres, principalmente pelo fato de ser produzida em diversos estados brasileiros, não apenas na região amazônica.

5.2 PINUS (*PINUS-ELIOTI*)

A madeira de pinus possui uma cor amarela pálida e textura fina. Caracteriza-se por ter baixa densidade, ser macia ao corte e bastante susceptível ao ataque de fungos e insetos, como o cupim. Muito fácil de ser trabalhada, a madeira de pinus possibilita aplainamento, lixamento, torneamento, furação, colagem e bom acabamento.

Na construção civil, é utilizada geralmente em áreas internas, na forma de rodapés, forros, esquadrias ou como uso temporário em formas para concreto e andaimes. Na indústria moveleira, é aplicada principalmente em partes internas de móveis, além de outras aplicações como: paletes, brinquedos, cabos de vassoura, laminados e embalagens.

A madeira de pinus também é produzida a partir do reflorestamento em estados da região sul, sudeste e centro-oeste e possui custo acessível.

5.3 MDF (*MEDIUM DENSITY FIBERBOARD*)

O MDF é um painel de madeira de média densidade (500 a 800 kg/m³), produzido com fibras obtidas a partir da serragem e cavacos de madeira de pinus ou eucalipto. As fibras são unidas entre si através da mistura de uma resina sintética termofixa que, com a ação de pressão e temperatura, transformam-se em uma composição homogênea e de alta qualidade. Os painéis de MDF podem ser serrados, torneados, lixados, furados, receber diferentes elementos de junção (cola, prego, parafuso), além de pinturas, vernizes e lacas.

Vendido em chapas de tamanho padronizado de 275 cm x 175 cm, pode variar entre 3 mm a 30 mm de espessura, sendo fornecido aparente (sem acabamento) ou revestido com resinas melamínicas, que apresentam superfícies lisas com cores, com acabamento texturizado ou ainda imitando padrões amadeirados. O tipo de revestimento e o nome dado a estes variam de acordo com o fabricante.

O MDF tem seu uso relativamente recente no Brasil. O produto foi introduzido no Brasil no final da década de 80, sendo então importado principalmente da Argentina e do Chile. Sua produção iniciou no País a partir de setembro de 1997. Em 2008, o consumo interno deste tipo de painel já chegava a aproximadamente 2 milhões de m³. (REMADE, 2010)

Considerado um substituto ao uso da madeira maciça e com melhores características que os painéis de aglomerado, a principal vantagem do MDF é, sem dúvida, seu aproveitamento. Pois sua característica homogênea permite a extração de peças em qualquer tamanho, formato e sentido de corte, além de menores custos de transporte, em função do peso do produto final. Grande parte da produção do MDF é absorvida pela indústria moveleira, mas também pode ser aplicado na construção civil através de rodapés e outros elementos de acabamento.

6 DETALHAMENTO

6.1 SÍNTESE

Num mundo cada vez mais urbanizado, de populações adensadas e altamente consumistas, o *design* desempenha importante papel para o desenvolvimento sustentável do planeta. A pesquisa de novos materiais, processos produtivos e novas funções para produtos já existentes é apenas uma das atitudes que podem influenciar na criação de comportamentos sustentáveis.

Após o estudo inicial que teve por objetivo analisar o reaproveitamento da madeira descartada, respaldando-se em levantamentos teóricos e de campo, procura-se nesta etapa aplicar os conceitos de *ecodesign* e desenvolvimento sustentável apreendidos, além de validar a importância do profissional *designer* na busca por alternativas de desenvolvimento. Acredita-se que a madeira observada e selecionada em obras de construção civil residencial seja passível de intervenção, podendo ser aplicada ao projeto de mobiliário, aliando bem-estar a padrões sustentáveis de consumo e desenvolvimento. Busca-se assim, perspectivas para o futuro do mobiliário com a valorização do descarte, apresentando possibilidades em *design* de produto com o reaproveitamento da madeira descartada.

De forma a elucidar as possibilidades de projeto e conceito de produto, utiliza-se, como apoio e estratégia projetual, o desenvolvimento de painéis de referência, também chamados *mood boards*¹⁸.

A figura 35, *mood board* conceitual, expõe referências que apresentam o conceito do projeto. As imagens trazem uma representação dos materiais originais e suas diferentes possibilidades de aplicação, podendo o resíduo se transformar em uma obra de arte ou em um novo produto, ou seja, abrem-se novos usos para o descarte. O ambiente onde as peças produzidas estejam inseridas, a referência de público alvo, a possibilidade da mistura de materiais e formas inusitadas, além da importância da cor, também estão representados neste *mood board*. O objetivo é

¹⁸ “O *mood board* é uma estratégia visual cuja habilidade está em direcionar as ideias que surgem durante a consolidação de um projeto pela combinação de referências visuais que criam uma atmosfera para o trabalho em questão.” (PEREIRA, 2010, p. 39)

conceituar um produto de mobiliário, cuja matéria-prima principal é madeira descartada. Ele, no entanto, não terá a rusticidade da madeira como objetivo visual, mas será um produto contemporâneo, proposto a partir da possibilidade de agregação da madeira maciça a outros materiais, além do uso de cores e acabamentos.

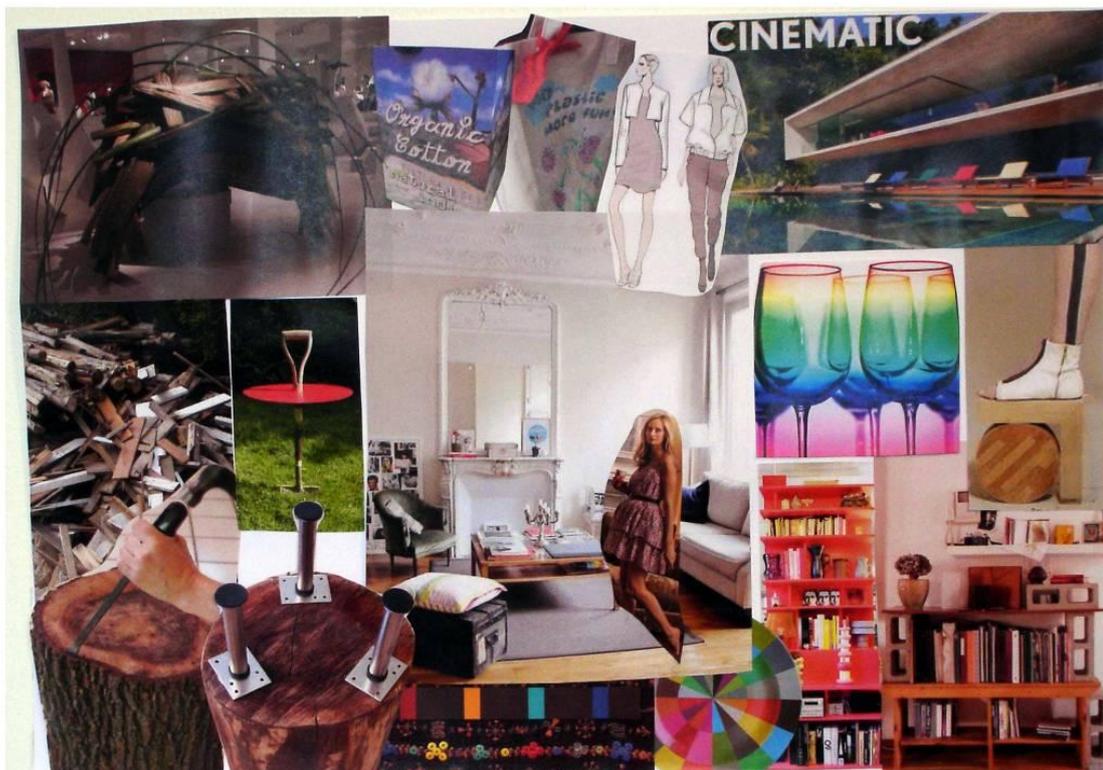


Figura 35 - Mood board conceitual
Fonte: Do autor

A figura 36, *mood board* projetual, mostra referências de possíveis formas, cores e funções que podem ser utilizadas para a geração de alternativas e do projeto do produto final. As imagens representam as linhas retas características das peças de madeira que serão utilizadas, as possibilidades de agrupamentos e de encaixes, a mistura dos elementos naturais aos coloridos e a outros materiais, como o vidro e o metal, além de referências a cores e a acabamentos possíveis.



Figura 36 - Mood board projetual
Fonte: Do autor

Conforme Bayeux e Saggese (1997), o móvel, além de seu contexto histórico, pode ser classificado também pela função que exerce, ou tipologia de uso. Para apresentação desta tipologia, utiliza-se por referência a obra “O Móvel da Casa Brasileira” (IDEM 1997). Esta obra é uma das principais referências históricas do mobiliário no Brasil, do século XVI até a década de 30 do século XX, época da introdução do móvel moderno no país. Pela tipologia de uso, o mobiliário pode ser classificado em quatro tipos principais, conforme quadro 7:

Tipo	Descrição	Referência
Mobiliário de repouso	Camas, espreguiceiro (Séc. XVIII) e marquesas (Séc. XIX). Estes dois últimos caracterizam-se por serem camas de repouso diurno, utilizadas para sesta. Atualmente poder-se-ia incluir nesta classificação também as espreguiçadeiras e <i>chaises longues</i> .	
Mobiliário de guarda	Cômodas, roupeiros e armários em geral	
Mobiliário de descanso	Cadeiras, poltronas e bancos	
Mobiliário de utilidades	Mesas em geral, toalletes e penteadeiras, consoles e aparadores.	

Quadro 7: Tipologias de uso de mobiliário
Fonte: Adaptado de BAYEUX; SAGGESSE, 1997, p. 24 a 38

De acordo com os materiais disponíveis e selecionados durante a pesquisa, para o desenvolvimento de parâmetros e alternativas opta-se por utilizar o descarte de madeiras da construção civil. Como tipologia a ser trabalhada, definiu-se o mobiliário de utilidades, que pode também contemplar funções do mobiliário de descanso.

6.1.1 Determinação dos parâmetros projetuais

Foram adotados, como parâmetros projetuais, a possibilidade de aliar a viabilidade de reaproveitamento da madeira descartada em obras ou reformas residenciais aos conceitos de sustentabilidade e de funcionalidade prática e estética do mobiliário.

Os dados levantados durante a pesquisa de campo indicam que a madeira descartada é passível de reaproveitamento, desde que observados alguns critérios de projeto e fatores como a variação de dimensões das peças de madeira disponíveis, a função que será exercida pelo móvel a ser projetado e a viabilidade de reprodução do mesmo.

Para que conceitos de *ecodesign* sejam aplicados, devem-se considerar também os processos de produção, elementos de junção, facilidade de montagem e desmontagem, processos de pintura e acabamento.

O material madeira oferece a possibilidade de trabalho com técnicas de marcenaria que não demandam excessivos gastos de energia ou consumo significativo de matéria-prima virgem, de origem não renovável ou não reciclável. É importante salientar também a possibilidade da reciclagem interna¹⁹, ou seja, o reaproveitamento que a própria obra ou marcenaria pode realizar produzindo novas peças, evitando gastos com transporte, recolhimento de resíduos e mão-de-obra externa. Esta situação pode ser aplicada especialmente nos casos de reaproveitamento de MDF.

O resíduo de madeira observado, e que pode ser utilizado para o desenvolvimento de produto neste trabalho, é composto basicamente por peças de linhas retas em forma de paralelepípedo, com dimensões variáveis de comprimento, largura e espessura, mas similares entre si.

Após as visitas de campo e coleta de amostras, optou-se pela seleção de sobras de vigas de madeira, cuja função original fora compor uma estrutura de telhado, como visto na figura 37.

¹⁹ “Reciclagem interna [...] refere-se a todos os processos de recuperação de matérias-primas, materiais auxiliares e insumos que são feitos dentro da planta industrial”. (SENAI, 2003, p. 31)



Figura 17 - Local de aplicação da madeira original
Fonte: Do autor

O descarte foi recolhido em uma das obras visitadas na cidade de Barra do Ribeiro (figura 38).



Figura 38 - Local do recolhimento, escolha e seleção das peças
Fonte: Do autor

A escolha do material se deu pela disponibilidade de acesso ao descarte, condição de limpeza da madeira, pela existência de várias peças disponíveis e com tamanho similar e por se tratar de uma madeira de qualidade, da espécie cedro, que teria como destino a queima em lareira.

A peça descartada e utilizada como referência possui as seguintes dimensões: 600 mm x 100 mm x 45 mm (figura 39).

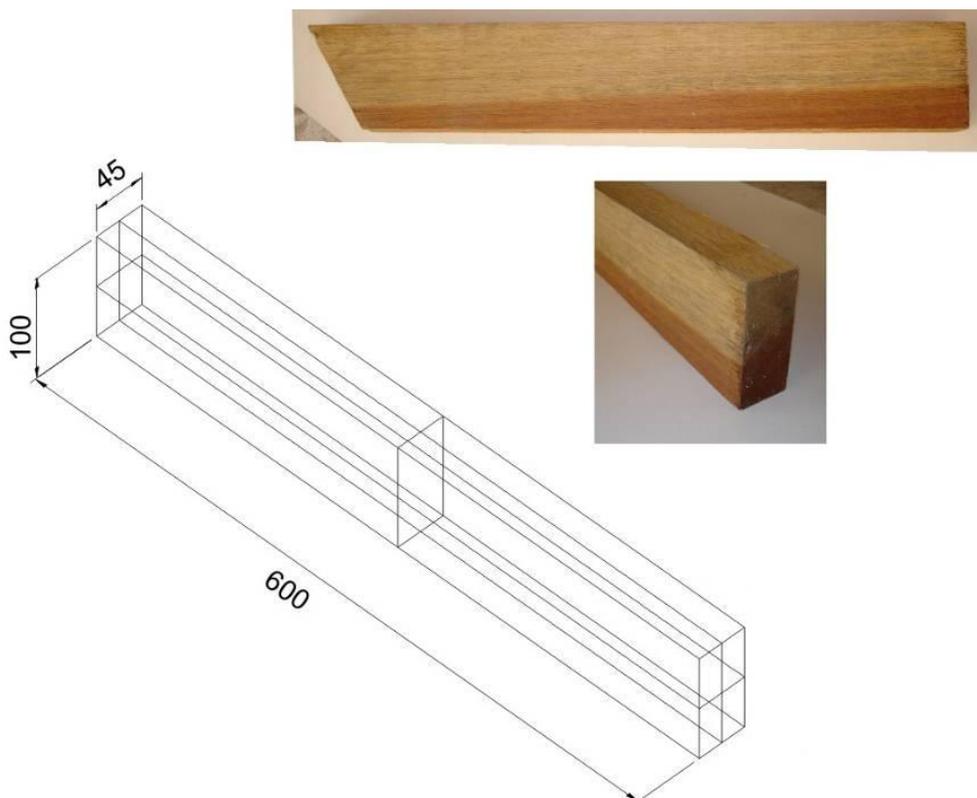


Figura 39 - Peça base de madeira da espécie cedro
Fonte: Do autor

A partir das formas retangulares sugeridas pelas peças de madeira selecionadas, como visto na figura anterior, optou-se por utilizar técnicas de encaixe do tipo meia-madeira (figura 40) para estudo de alternativas de projeto. Além do encaixe, também podem ser necessários outros materiais, tais como metal (pregos ou parafusos) e adesivos.

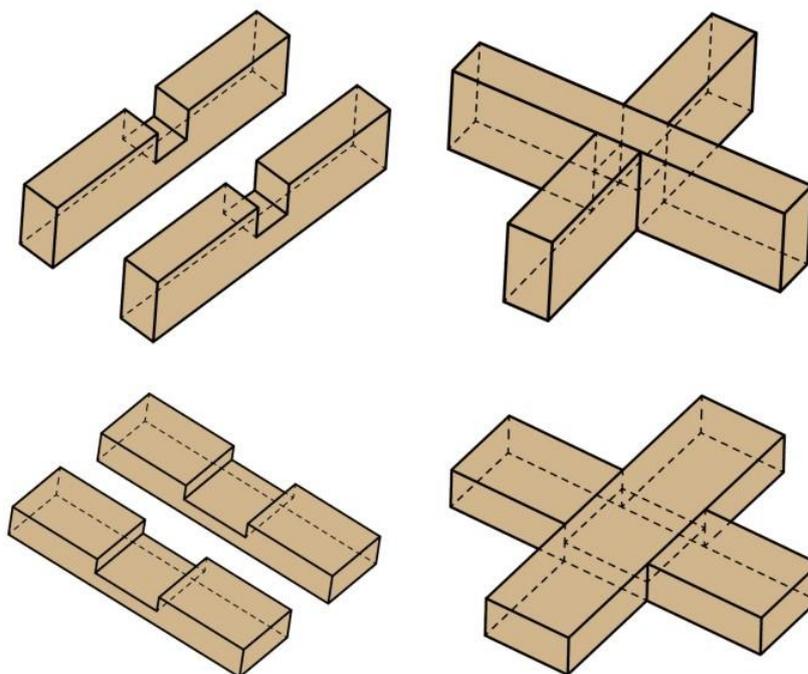


Figura 40 - Algumas possibilidades de encaixe do tipo meia-madeira

Fonte: <<http://www.craftsmanspace.com/knowledge/lap-woodworking-joints.html>> Acesso em: 05/04/2011

6.1.2 Materiais e acabamentos possíveis

Além da madeira maciça, que será utilizada como matéria-prima base para o móvel proposto, outros materiais podem ser necessários para a complementação da função do móvel projetado, tais como o metal e o vidro. O metal pode ser aplicado em elementos de fixação, como parafusos e pregos, ou como estruturas auxiliares, tais como pés ou outros. O vidro pode ser utilizado como elemento importante sendo aplicado na forma de tampos. No quadro 8, a seguir, tem-se um resumo dos principais materiais que podem ser utilizados, formas de aplicação e acabamento.

Material	Aplicação	Acabamento
Madeira	Estrutura principal	Tinta esmalte à base d'água (Tinta esmalte seca rápido, marca Suvinil) e verniz acrílico à base d'água (marca Suvinil)
MDF	Estrutura principal	Pintura com tinta à base d'água ou laminado
Vidro	Estrutura complementar - tampo	plano transparente, polido e lapidado nas bordas
Metal	Elementos de fixação (parafusos, pregos)	Próprio do material. Poderá ficar escamoteado por rebaixos.
Metal	Estrutura complementar	Pintura com tinta esmalte à base d'água

Quadro 8: Resumo dos materiais possíveis
Fonte: do autor

Além dos materiais principais, a madeira e o MDF, já apresentados no capítulo 5 deste trabalho, o metal e o vidro também se apresentam como materiais complementares. Considera-se como estrutura principal a que será desenvolvida a partir das peças descartadas de madeira. Entende-se como estrutura auxiliar os pés, tampos e outros elementos que não são originados no descarte.

Metal: Os elementos de fixação (pregos e parafusos) são constituídos por ligas de aço-carbono. As ligas de aço-carbono são ligas metálicas ferrosas, ou seja, que possuem o ferro como constituinte principal, além de percentuais de carbono em sua composição. As estruturas auxiliares ou tubulares podem ser de aço-carbono ou ligas de alumínio. O alumínio é um metal não ferroso, ou seja, não possui o ferro como constituinte principal.

De acordo com Callister (2008), o alumínio e suas ligas apresentam massa específica relativamente baixa, se comparado ao aço, e maior resistência à corrosão, além da facilidade de conformação. Para estruturas de mobiliário, estas características podem ser consideradas vantajosas em relação ao aço, pois possibilitam estruturas mais leves, resistentes e de fácil trabalhabilidade.

Ainda segundo o autor, as ligas metálicas, em maior ou menor intensidade, sofrem algum tipo de corrosão, podendo ser consideradas biodegradáveis. Porém, alguns metais podem ter componentes tóxicos e causar algum tipo de prejuízo à saúde, se depositados em aterros. Grande parte das ligas metálicas é reciclável,

mas as ligas podem ter suas propriedades diminuídas a cada ciclo. Para que a reciclagem dos metais seja facilitada, é necessário observar a possibilidade de separação dos materiais e tipos de ligas, caso haja mais de um tipo de liga metálica no mesmo projeto, bem como os tipos de acabamentos aplicados, tendo em vista que alguns revestimentos como pinturas, camadas anodizadas e coberturas podem atuar como contaminantes, tornando o material não reciclável. O alumínio é o metal não-ferroso com maior possibilidade de reciclagem e a sucata com maior valor comercial, pois uma vez que o alumínio não é corroído com facilidade, ele pode ser totalmente recuperado. (CALLISTER, 2008)

Vidro: O vidro é um material cerâmico que tem como principais fatores positivos a transparência ótica e a facilidade de ser fabricado. O vidro é composto basicamente por sílica fundida, mas pode também possuir outros óxidos em sua composição, influenciando suas propriedades, como a resistência mecânica e o coeficiente de expansão térmica. De acordo com sua composição e tratamento, os vidros podem se tornar mais resistentes a choques térmicos e a ataques químicos. Podem também serem estirados na forma de fibra (IDEM, 2008).

Segundo Callister (2008, p. 634) “o vidro é um material relativamente inerte, e como tal, não se decompõe; dessa forma, ele não é biodegradável”. Ainda de acordo com o mesmo autor, as matérias-primas básicas do vidro, que são areia, soda cáustica e calcário, são baratas e de fácil acesso. Desta forma não há um incentivo econômico para a reciclagem do mesmo. Embora este material seja altamente reciclável, a sucata de vidro (cacos) possui baixo valor comercial.

6.2 REVISÃO DOS OBJETIVOS

Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um projeto de mobiliário utilitário a partir do reaproveitamento de madeiras provenientes do descarte de obras de construção civil residencial.

Objetivos específicos

- Avaliar a aplicabilidade de processos de reciclagem da madeira do descarte em projetos que contemplem diferentes usos em mobiliário ou para objetos de caráter ecológico.
- Reaproveitar madeira do descarte em projetos que contemplem novas funções para o mobiliário.
- Desenvolver um móvel ou estrutura de mobiliário utilizando como matéria-prima principal a madeira descartada.

Requisitos

- Utilizar peças de madeira descartadas em obras ou reformas residenciais.
- Possibilitar a reprodução das peças ou módulos.
- Possibilitar diversos usos em um único projeto com pequenas modificações.
- Ser de fácil montagem e desmontagem.
- Utilizar técnicas de união simples, através de encaixes.
- Atender de forma prática à função proposta para o móvel.
- Atender a parâmetros ergonômicos pertinentes à função do móvel desenvolvido.

Restrições

- Variação na dimensão das peças descartadas e disponíveis para reaproveitamento.
- Variação nos tipos de madeira descartadas e disponíveis para reaproveitamento.
- Necessidade de uso de materiais complementares, tais como vidro e metal.

6.3 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS PRELIMINARES

A geração de alternativas de projeto parte da possibilidade de uso das peças de madeira coletadas agregando-as a outros materiais. Mesmo com a preferência pelo encaixe meia-madeira, diferentes possibilidades são levantadas, sempre procurando aproveitar a forma oferecida pela peça original e também a função do móvel de utilidades.

Na primeira alternativa (figura 41) estuda-se a possibilidade do uso de peças de assoalho, formando um tampo com o acréscimo de vidro.

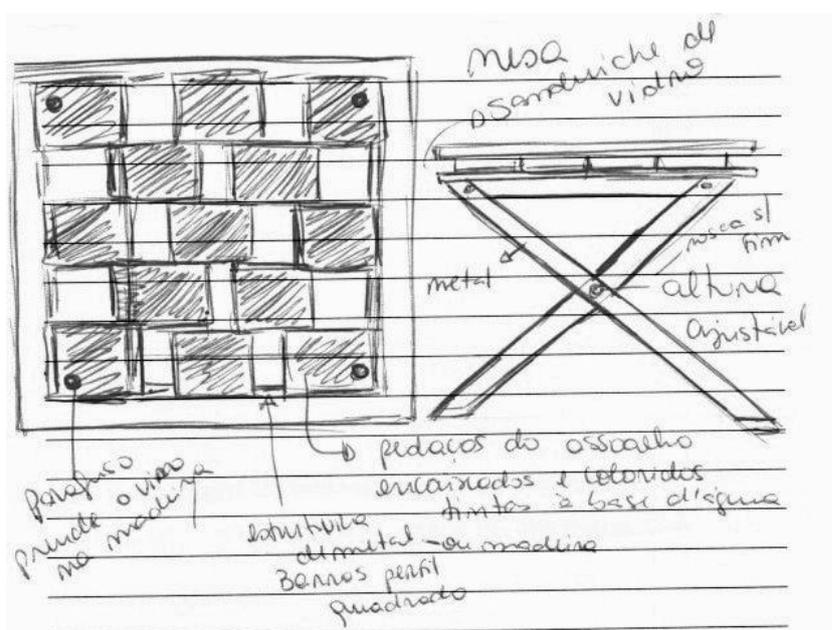


Figura 41 - Alternativa 1: mesa com peças de assoalho
Fonte: Do autor

Na segunda alternativa (figura 42), levanta-se a possibilidade da montagem de duas peças iguais, que podem ser usadas como banco ou podem ser unidas e utilizadas como mesa agregando-se um tampo de vidro.

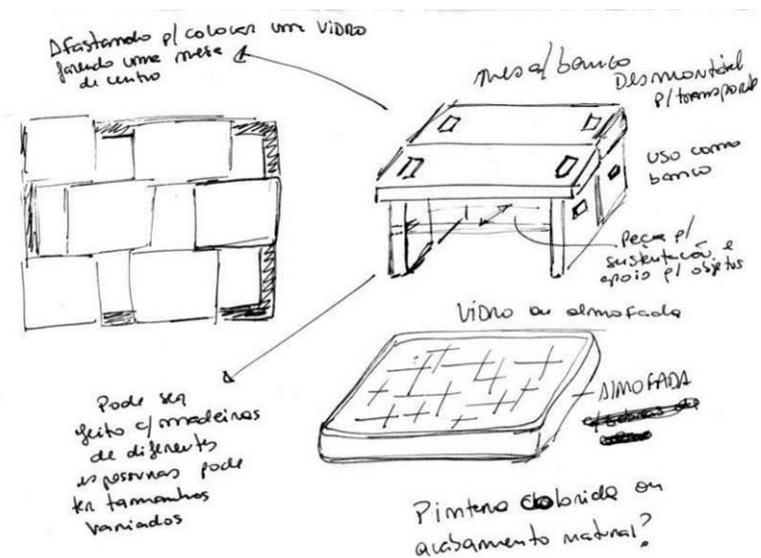


Figura 42 - Alternativa 2: uso como banco ou mesa
Fonte: Do autor

Na alternativa 3 (figura 43), estuda-se o uso de peças de madeira aplicadas como pés, agregando um tampo, que pode ser de vidro ou outro material.

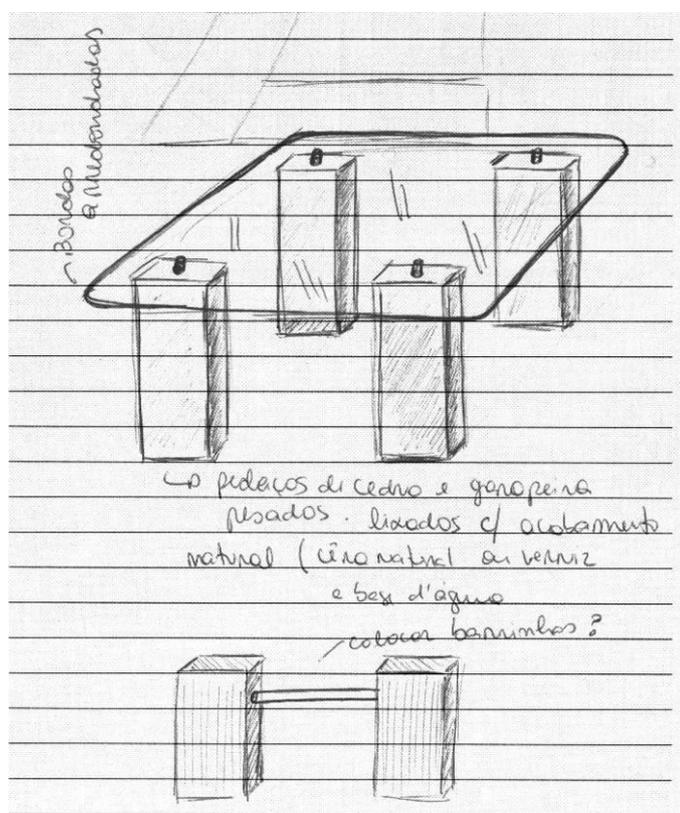


Figura 43 - Opção utilizando a madeira como pés
Fonte: Do autor

Na alternativa 4 (figura 44), estuda-se o reaproveitamento de retalhos, de dimensões variadas, unidas e aplicadas como um pé para mesa.

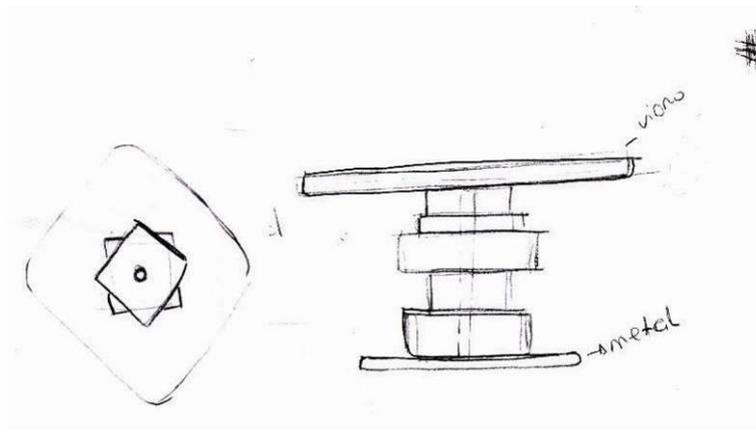


Figura 44 - Alternativa 4: coluna ou pedestal
Fonte: Do autor

A alternativa 5 (figura 45), representa uma opção das peças de madeira dispostas lado a lado, formando uma mesa com o uso de pés cromados que podem ser comprados prontos em lojas especializadas.



Figura 45 - Alternativa 5: mesa baixa com recortes de tábuas
Fonte: Do autor

A alternativa 6 (figura 46) representa o uso de peças montadas em ângulo de 45°, através do encaixe meia-madeira, dispostas lado a lado, podendo ser utilizada como suporte para mesa ou banco.

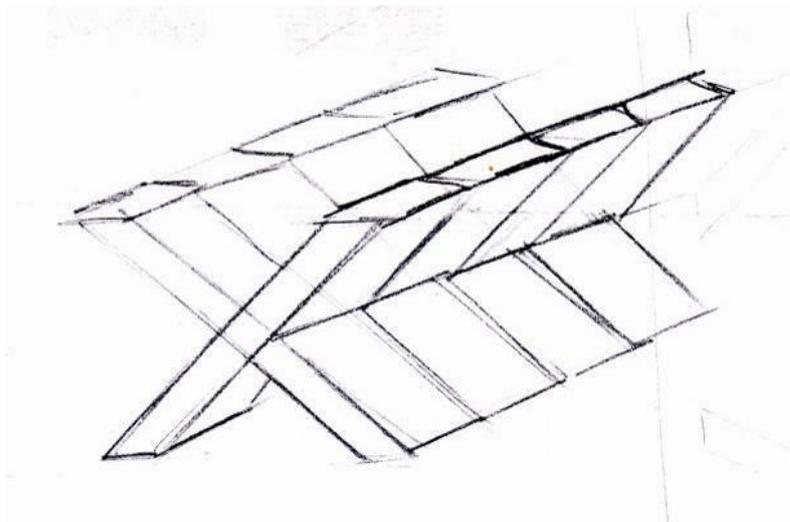


Figura 46 - Alternativa 6: estrutura em "X"
 Fonte: Do autor

Na alternativa 7 (figura 47), se faz um estudo para o aproveitamento de retalhos, que podem ser utilizados para confecção de objetos menores como, por exemplo, apoio de livros ou portas.

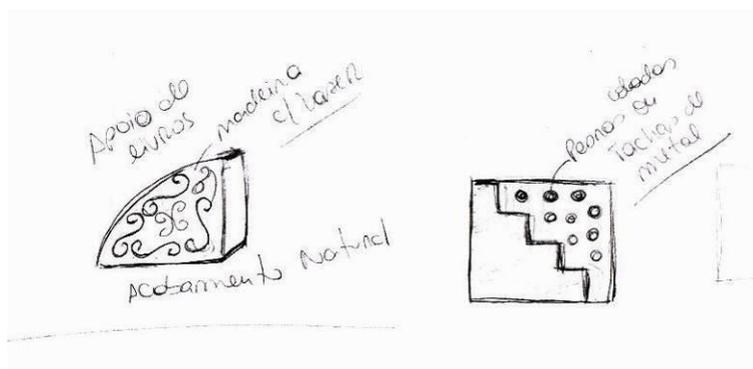


Figura 47 - Alternativa 7: pequenos retalhos de madeira
 Fonte: Do autor

6.3.1 Revisão dos parâmetros projetuais

Após o estudo das primeiras alternativas, reforça-se a importância do desenvolvimento de um projeto que seja de fácil reprodução, devido às possíveis variações dimensionais das peças de madeira. O encaixe do tipo meia-madeira possibilita que uma estrutura seja montada, independente da espessura da madeira

disponível, formando uma estrutura firme, de fácil execução e que praticamente dispensa o auxílio de outros elementos de fixação.

A partir destes parâmetros, sugere-se o estudo de desenvolvimento de um módulo, que servirá como base para o projeto de diferentes peças, possibilitando sua reprodução e adequando-se à diferentes espessuras e dimensões das peças de madeira que poderão estar disponíveis em projetos futuros.

6.4 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Após os primeiros estudos, apresentados no capítulo 6.3 e revisão dos parâmetros projetuais, opta-se também por trabalhar diretamente com formas volumétricas das peças de madeira selecionadas, reproduzidas em madeira balsa na escala 1:5. O estudo em maquetes ou em escala reduzida proporciona a visualização e geração de idéias mais próximas das reais possibilidades de encaixe e modulação oferecidas pelas peças em madeira, no formato em que serão utilizadas. Neste estudo volumétrico, conforme figura 48, já se utilizam o encaixe do tipo meia-madeira e o tamanho da peça base selecionada, apresentada anteriormente no item 6.1.1.

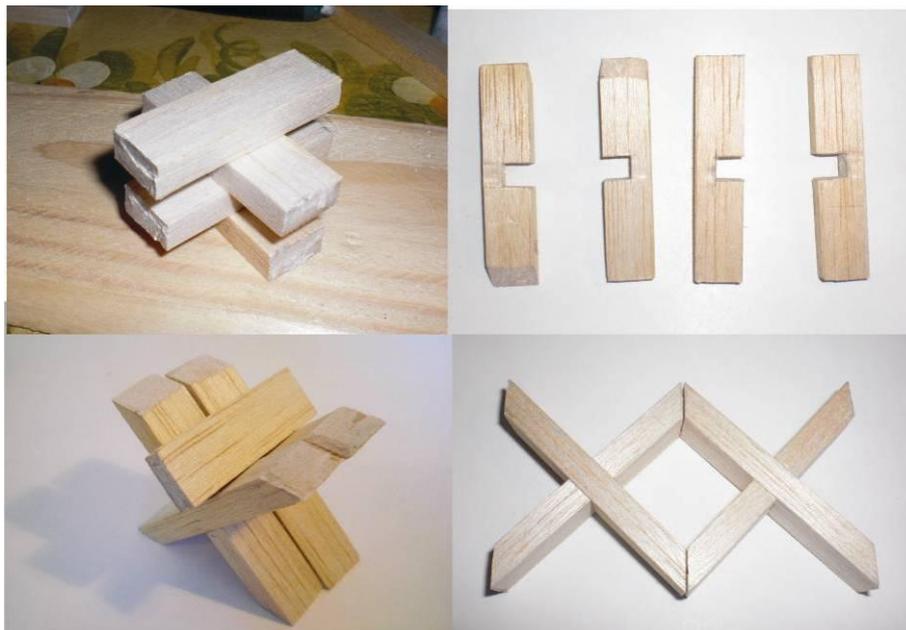


Figura 48 - Estudo volumétrico com encaixe
Fonte: Do autor

Além do estudo volumétrico em escala reduzida, é possível também a realização de estudos virtuais de alternativas de projeto, utilizando recursos de software 3D, como apresentado a seguir na figura 49.

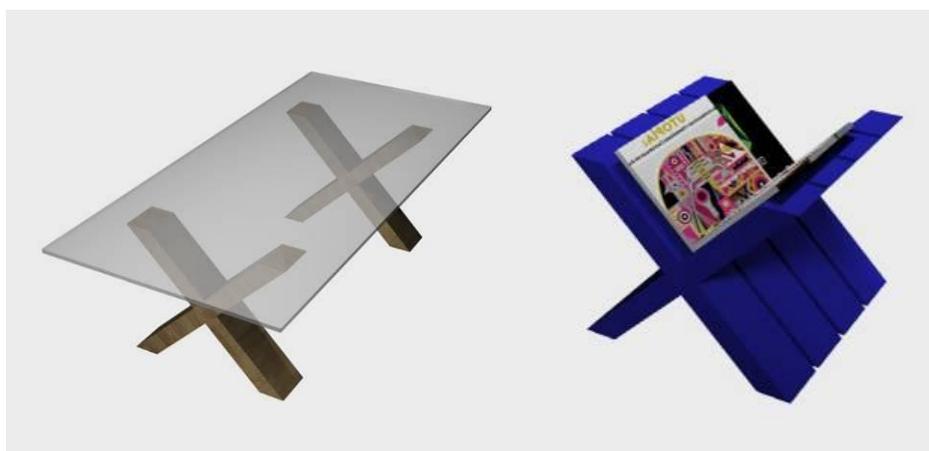


Figura 49 - Estudo volumétrico virtual
Fonte: Do autor

6.4.1 Escolha da melhor alternativa

O estudo volumétrico em escala reduzida e virtual possibilitou a identificação do desenvolvimento de um módulo, a partir de duas peças encaixadas em um ângulo de 45°, formando um “xis”. Desta forma, apresenta-se como melhor escolha de projeto a alternativa 6, figura 50 a seguir, sugerindo o uso das peças como estrutura de uma mesa, de acordo com o observado no estudo virtual na figura 49, apresentada anteriormente, contemplando um móvel utilitário, apesar do leque de possibilidades que se apresentaram nos modelos volumétricos.

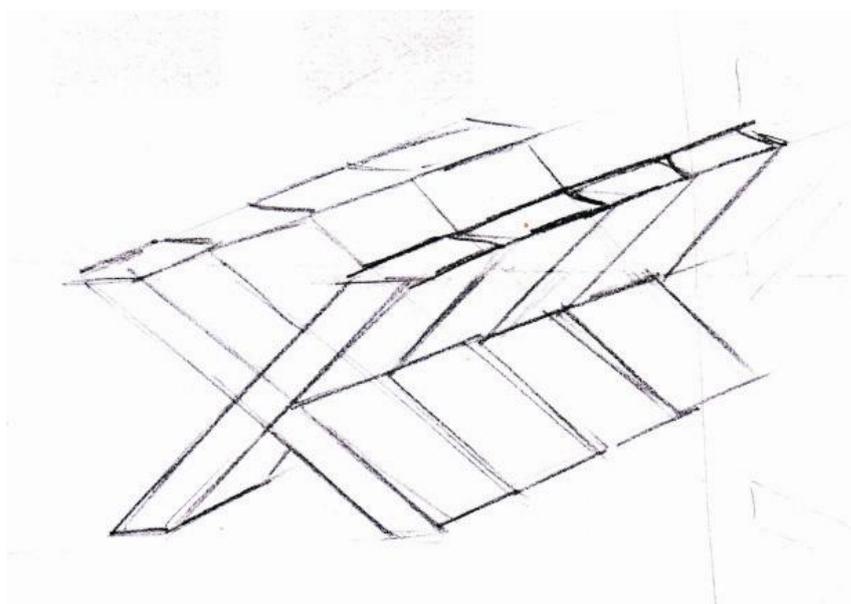
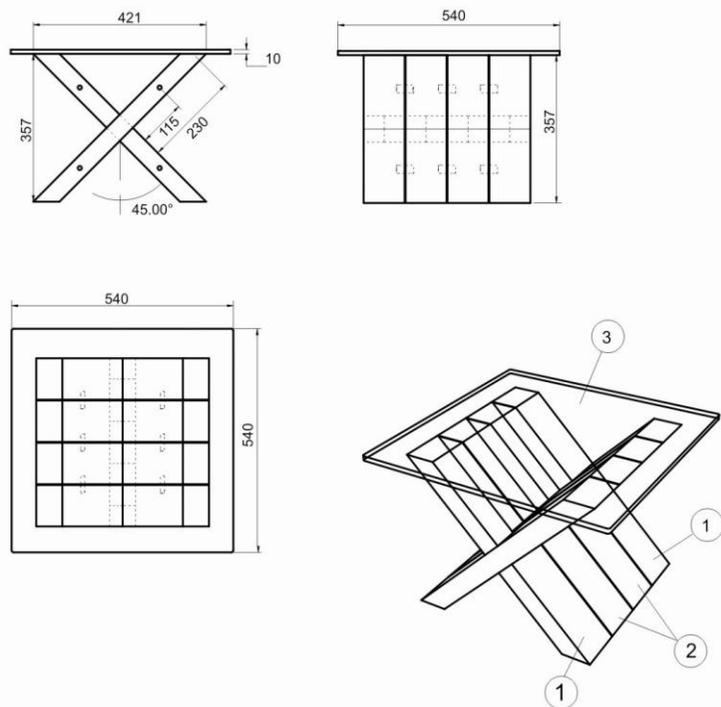


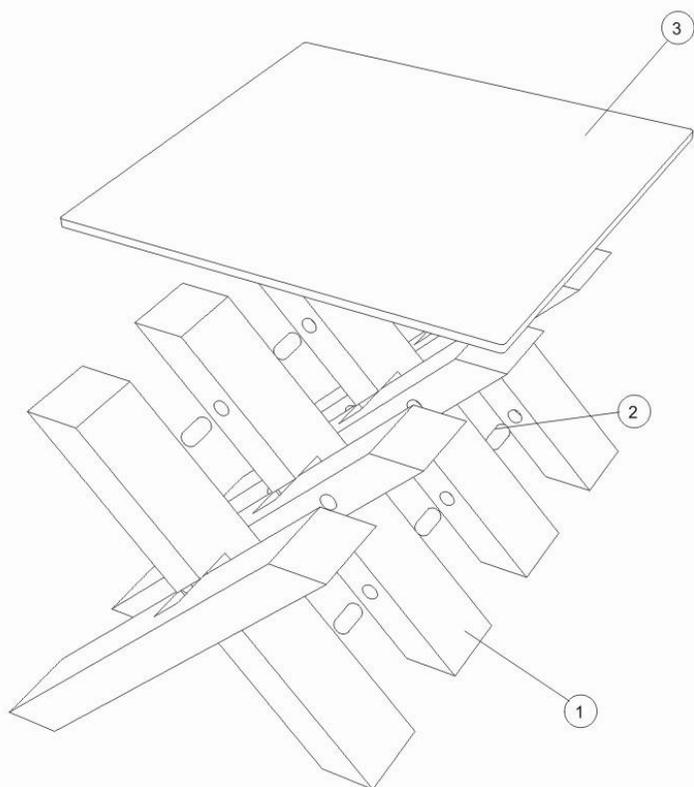
Figura 50 - Alternativa escolhida
Fonte: Do autor

A estrutura escolhida permite que a montagem do conjunto seja realizada sem o uso de outros elementos de fixação como pregos, parafusos ou adesivo. Nesta alternativa serão utilizados apenas o encaixe do tipo meia-madeira e tarugos removíveis, também do mesmo material, além da complementação com vidro apoiado com silicone.

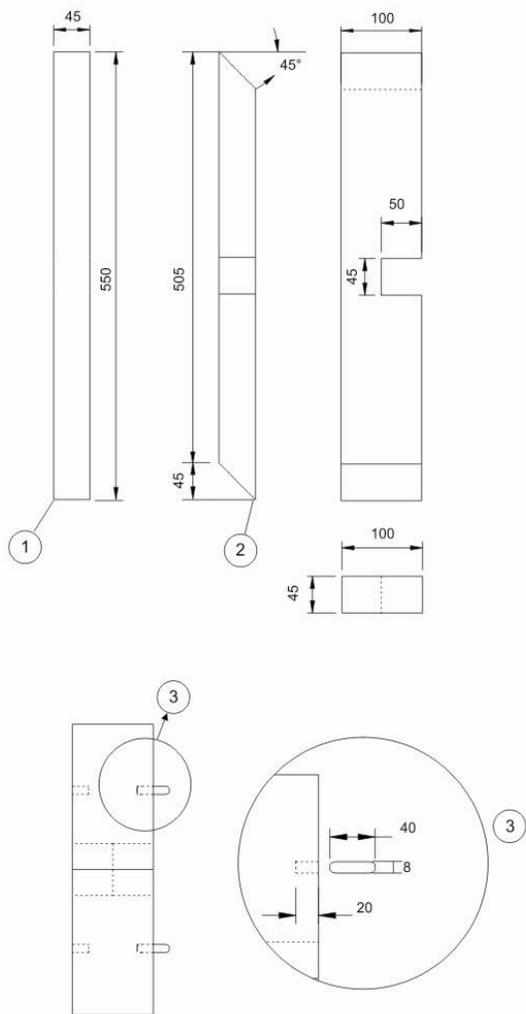
6.5 DESENHO TÉCNICO



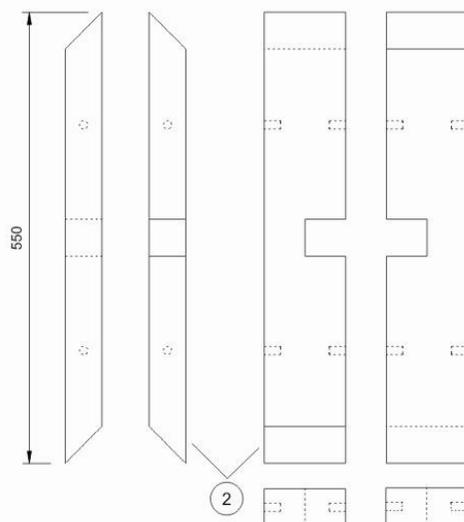
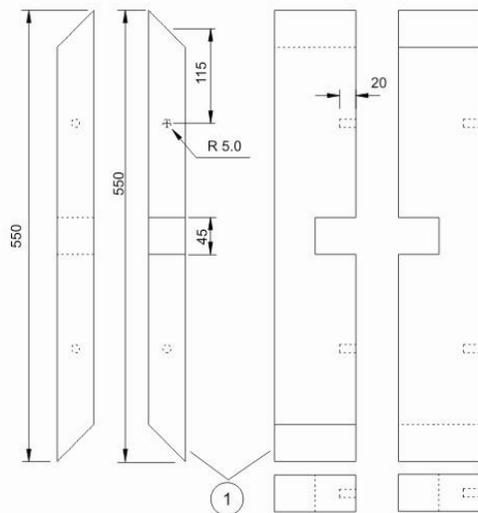
Pos.	Descrição	Material	Quant.
3	Tampo	Vidro transparente	1
2	Módulos internos (meio)	Madeira pintada	2
1	Módulos externos (pontas)	Madeira natural	2
Autor:		Unidade:	
Sara Giordana Costa		Design - Habilitação Ergonômico	
Orientador:		Produto:	Disciplina:
Suzana Vielitz de Oliveira		Mesa Versus	Trabalho de conclusão II
		Descrição:	
		Vistas Projetivas e Perspectiva	
		Escala:	
		1:10	
		Número:	
		1/4	
		Data:	
		01/06/11	



3	Tampo de vidro		1
2	Tarugo de madeira		12
1	Peça base de madeira		8
Pos.	Descrição		Quant.
	Total		21
Autor: Sara Giordana Costa		Curso: Design - Habilitação Ergonômico	Unidade: mm
Orientador: Suzana Vielitz de Oliveira		Produto: Mesa Versus	Disciplina: Trabalho de conclusão II
		Descrição: Vista Explodida	Número: 2/4
			Data: 01/06/11



3	Detalhe da inserção do tarugo de madeira		
2	Vista Frontal da peça base recortada		
1	Vista Frontal da peça base sem recorte		
Pos.	Descrição		
Autor:	Curso:	Unidade:	
Sara Giordana Costa	Design - Habilitação Ergonômico	mm	
Orientador:	Produto:	Disciplina:	Escala:
Suzana Vielitz de Oliveira	Mesa Versus	Trabalho de conclusão II	1:5
	Descrição:	Número:	
	Detalhamento - Peça Base	3/4	
		Data:	
		01/06/11	



2	Vista Frontal e lateral dos módulos internos		
1	Vista Frontal e lateral dos módulos externos		
Pos.	Descrição		
Autor:	Curso:		Unidade:
Sara Giordana Costa	Design - Habilitação Ergonômico		mm
Orientador:	Produto:	Disciplina:	Escala:
Suzana Vielitz de Oliveira	Mesa Versus	Trabalho de conclusão II	1:5
	Descrição:		Número:
	Detalhamento - Módulos		4/4
			Data:
			01/06/11

6.6 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

A seguir são listados os principais itens pertinentes à especificação técnica da Mesa Versus.

Tabela 2 – Especificações Técnicas

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Número de componentes	21
Sistemas de união	Encaixe tipo meia-madeira e tarugos de madeira
Estrutura	Madeira
Materiais	Madeira e vidro
Processos de fabricação	Técnicas de marcenaria e pintura
Tratamento de materiais	Limpeza, corte, recorte, lixa e polimento
Acabamento	Pintura com selador acrílico e tinta esmalte à base d'água da marca Suvinil
Transporte	Não avaliado
Cores	Selador acrílico incolor, tinta esmalte cor azul código E079 da cartela da marca Suvinil
Embalagem	Não avaliado
Ciclo de vida	Ciclo de vida longo, indicado ambientes internos.

6.6.1 Custos

O projeto apresentado teve o protótipo confeccionado em escala 1:1, utilizando os materiais indicados nas especificações técnicas e possui total condição de utilização. Cada projeto realizado a partir do sistema de módulos proposto necessita que suas dimensões sejam ajustadas, tornando cada móvel único, de acordo com as condições da madeira a ser utilizada. Estas particularidades possibilitam que um levantamento muito próximo do real seja feito em relação aos custos do projeto aqui apresentado.

Neste item, serão levados em consideração apenas os custos com mão-de-obra do profissional de marcenaria, além dos materiais agregados, neste caso o vidro. O tempo de mão-de-obra para confecção do móvel foi de 48h aproximadamente. Para o aproveitamento da matéria-prima principal – a madeira, fruto de reaproveitamento e sem valor comercial –, houve apenas custos com combustível para transporte em veículo particular, o que não foi levado em consideração. Os custos são listados na tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Custos

CUSTOS	
Madeira	R\$ 0,0
Tarugos de madeira	Incluído na mão-de-obra
Vidro	R\$ 50,00
Tinta e verniz	R\$ 21,00
Mão-de-obra	R\$ 240,00
Embalagem	Não avaliado
Total	R\$ 311,00

Vale salientar que, na tabela acima, não está sendo considerado o custo de desenvolvimento do projeto, ou seja, o trabalho do *designer* com a pesquisa, busca de matéria-prima, desenvolvimento e acompanhamento da produção do móvel.

6.7 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS

O módulo desenvolvido sugere uso multifuncional, podendo ser disposto de diferentes maneiras. O presente trabalho propõe o uso como mesa de centro. De acordo com Panero (2001), há uma recomendação apenas em função da altura do móvel, variando entre 305 mm a 406 mm, de forma que o uso do mesmo se torne mais confortável ao usuário, como pode ser visto na figura 51 a seguir.

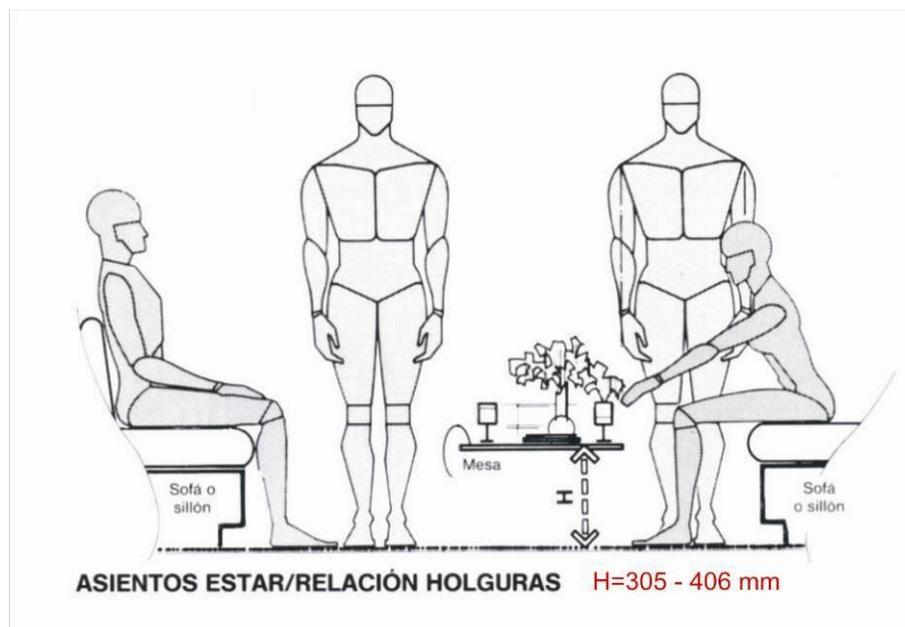


Figura 51 - Recomendação para altura de mesa de centro
Fonte: Adaptado de Panero (2001)

O conjunto de módulos desenvolvido, dispostos como mesa de centro, possui a altura total de 357 mm, estando, desta forma, de acordo com a recomendação sugerida pelo autor, como pode ser observado na figura 52 a seguir. Para análise, considerou-se o percentil mínimo 5% feminino e máximo 95% masculino.

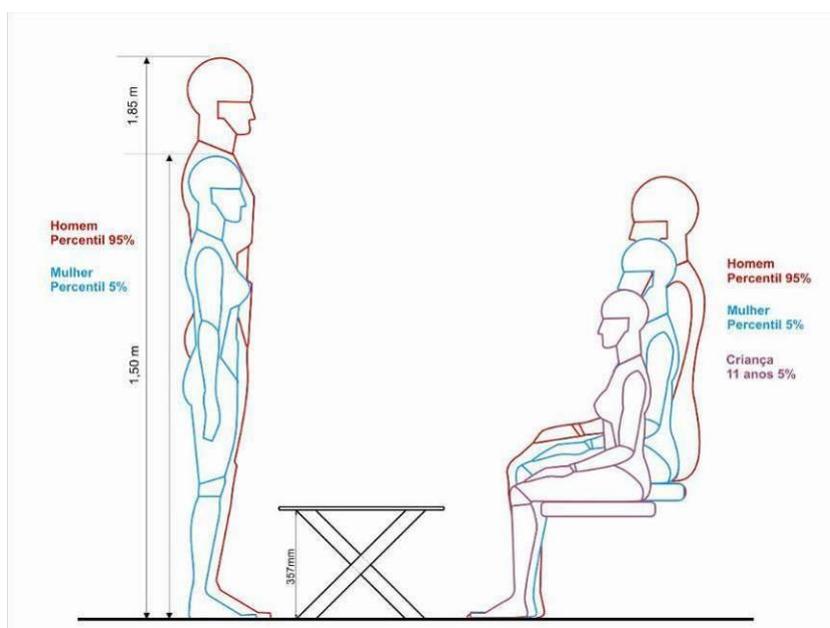


Figura 52 - Adequação à recomendação ergonômica
Fonte: Do autor

7 RENDER

Nas figuras 53 a 61 a seguir, observa-se o módulo e algumas de suas possibilidades de aplicação. Primeiramente, tem-se a estrutura modular e sua forma de união apresentados nas figuras 53 e 54.



Figura 53 – Simulação de encaixe meia-madeira
Fonte: Do autor



Figura 54 – Simulação de montagem
Fonte: Do autor

A seguir apresenta-se o módulo repetido em quatro peças, utilizadas como mesa de centro e revisteiro (figura 55), sendo que o mesmo pode ser girado aumentado sua altura e utilizado apenas como um pé central (figura 56).

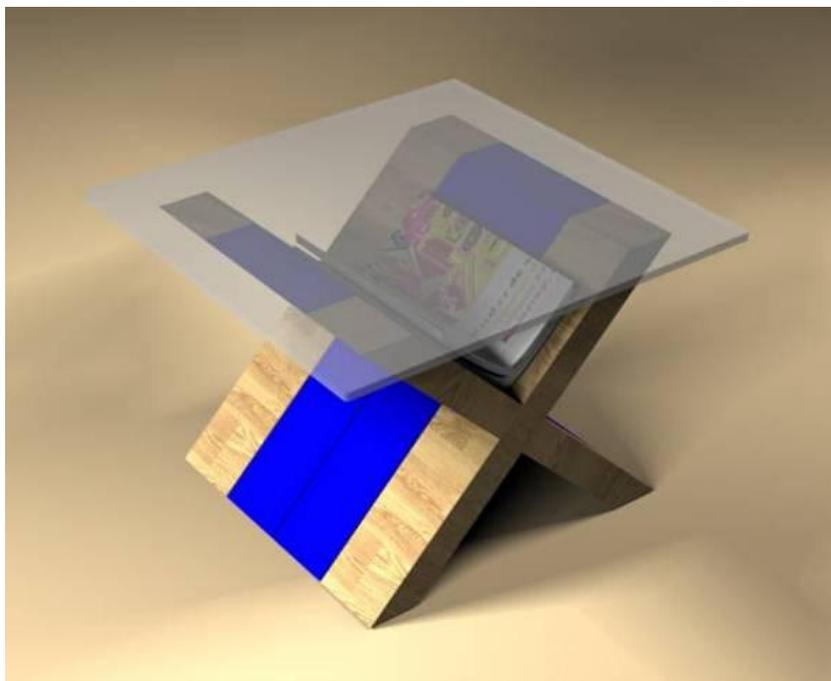


Figura 55 – Modelo virtual de revisteiro
Fonte: Do autor

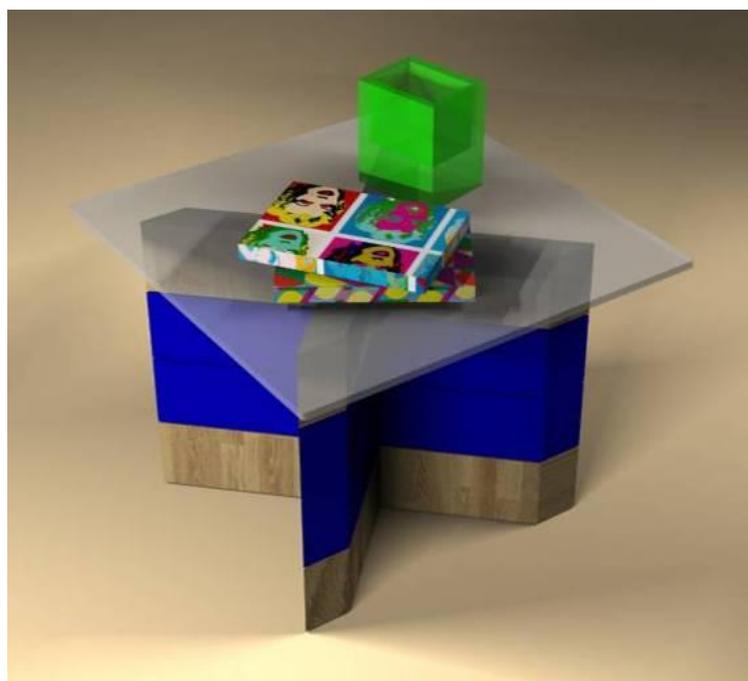


Figura 56 – Modelo virtual do conjunto em segunda posição
Fonte: Do autor

Outra possibilidade é a substituição do vidro por uma peça em madeira ou MDF, podendo também ser utilizado como banco (figura 57).



Figura 57 – Modelo virtual com apoio em madeira para banco
Fonte: Do autor

Com variação de utilização do mesmo módulo, pode-se agregar um tampo de vidro de maior dimensão sobre apenas dois conjuntos, utilizando-os como uma mesa mais alta (figura 58), ou mesmo, girando as peças, torna-se um móvel baixo, de uso mais conceitual (figura 59). Representam-se estas duas simulações virtuais com o uso de cores diferentes.

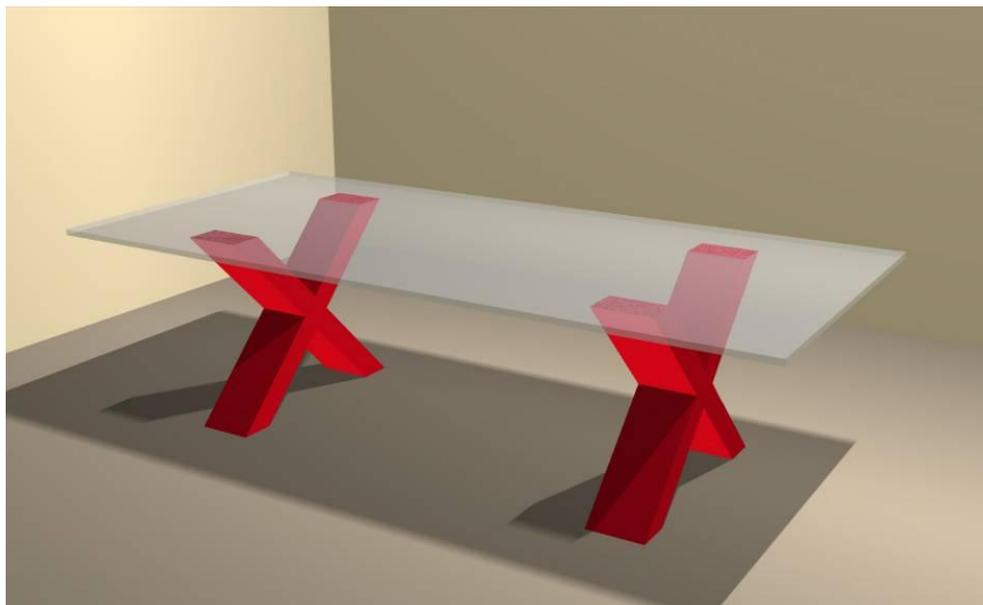


Figura 58 – Simulação de mesa de centro alta
Fonte: Do autor

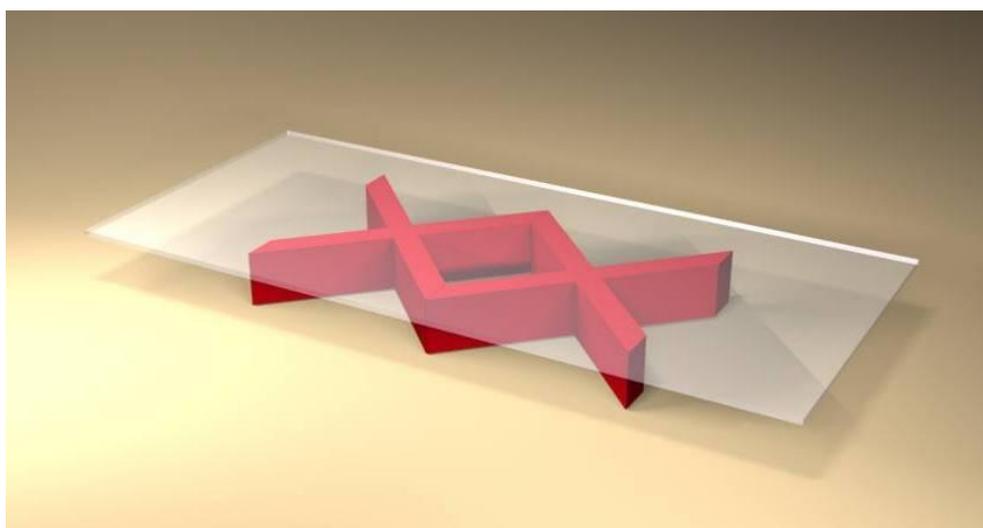


Figura 59 – Simulação de mesa de centro baixa
Fonte: Do autor

De acordo com as dimensões das peças de madeira descartadas, pode-se utilizar o mesmo sistema de módulo, adaptando o tipo de encaixe à dimensão das peças. Uma estante modular (figura 60) é outro exemplo de produto de que pode ser desenvolvido com pranchas de madeira mais largas e que oferecem maior estabilidade e área de apoio a objetos.

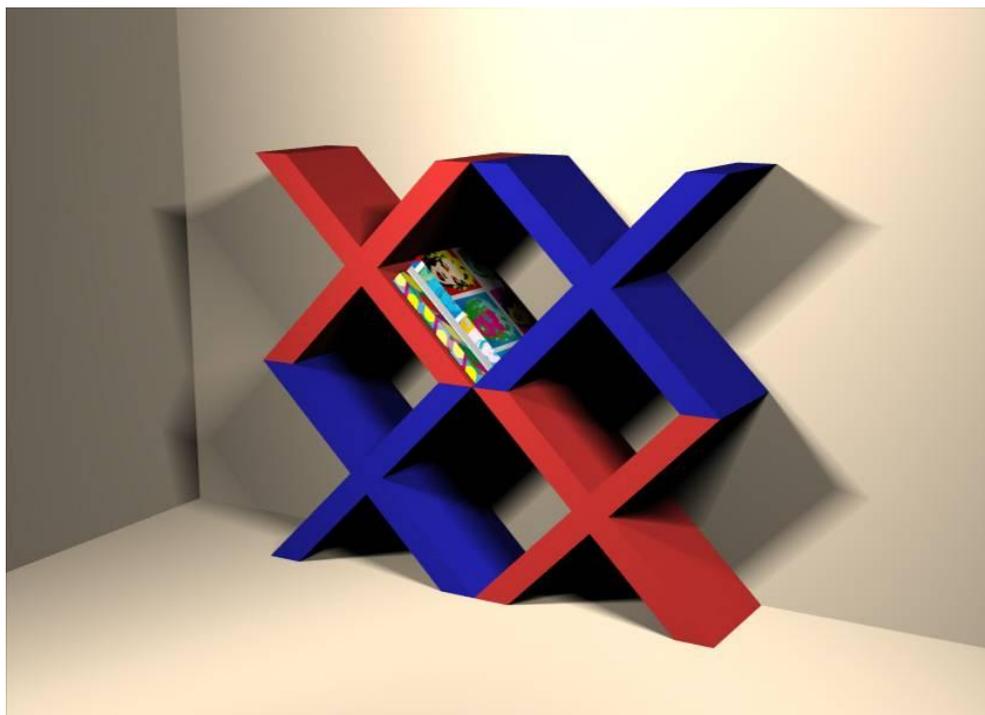


Figura 60 - Simulação de estante
Fonte: Do autor

Na imagem 61 a seguir, há uma simulação de proximidade de dois conjuntos.

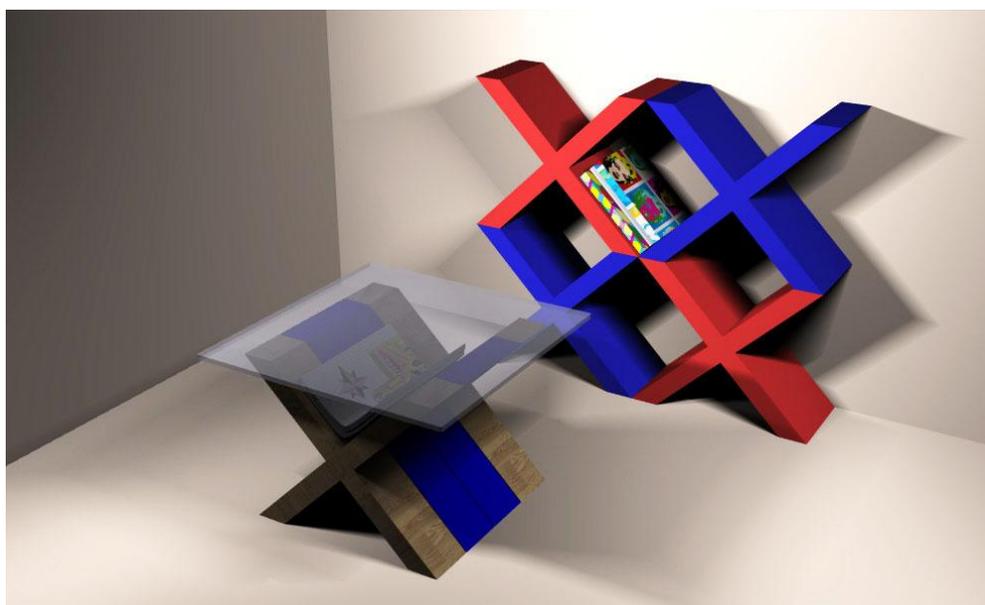


Figura 61 – Modelos virtuais de revisteiro e estante
Fonte: Do autor

A seguir, nas figuras 62 e 63, é apresentado o móvel produzido e ambientado em uma sala de estar.



Figura 62 - Mesa Versus
Fonte: Do autor



Figura 63 – Mesa Versus em segunda posição
Fonte: Do autor

CONCLUSÃO

Não há como negar o papel importante do *design* no desenvolvimento sustentável. A pesquisa de novos materiais, processos produtivos e novas funções para artigos e produtos são apenas algumas atitudes que podem influenciar na criação de comportamentos conscientes e ecológicos. Diversos conceitos apresentados neste trabalho relatam a importância da própria sociedade frente aos problemas relacionados à ecologia e ao meio ambiente.

Pode-se considerar que o desejo por novos produtos e tecnologias influencia diretamente o comportamento e os padrões de consumo da população. Neste contexto, o *designer* exerce uma função importante, pois é através de sua visão de desenvolvimento de produto e mercado que podem ser desencadeadas ações com o objetivo de mostrar como atitudes e soluções, muitas vezes simples, trazem resultados significativos para a melhora do bem-estar humano. As empresas também têm sua função, pois podem se beneficiar, através de ações tecnológicas, reduzindo custos de produção, melhorando o aproveitamento de matéria-prima e a quantidade de resíduos dispostos em aterros.

A reutilização e a reciclagem de materiais são atividades que contribuem significativamente para a redução de prejuízos ambientais, uma vez que tais atividades diminuem o consumo de matéria-prima virgem e o descarte de materiais, muitas vezes nobres, como a madeira maciça, que poderia ser reaproveitada e aplicada a novos produtos. O reaproveitamento da madeira maciça e painéis, como o MDF, ainda não é uma atividade corriqueira, como ocorre com os metais e plásticos, pois seu resíduo não possui valor comercial, além de demandar projetos específicos para sua utilização.

Resguardada as condições comerciais de cada projeto, o reaproveitamento da madeira proveniente do descarte é uma atividade plenamente possível de ser realizada, como apresentado em exemplos referenciais desenvolvidos por renomados *designers* brasileiros citados neste trabalho.

A construção civil residencial, importante gerador de resíduo sólido, e o setor moveleiro, que tem como matéria-prima principal a madeira e painéis derivados, serviram de fonte de observação do resíduo do material madeira. A partir da pesquisa de campo realizada nos locais definidos e do registro fotográfico, se pode

traçar algumas conclusões sobre a condição e a possibilidade de uso do descarte da madeira no desenvolvimento de um novo produto.

Ao observar as amostras do material descartado, obtidas nas visitas, conclui-se que há uma similaridade entre as situações existentes em cada área de atuação, ou seja, as obras possuem uma condição de descarte e uma variedade muito semelhantes entre si, ao mesmo tempo em que a condição e a variedade do descarte entre as fábricas de móveis também são muito similares. Mas é importante salientar que, a característica dos resíduos encontrados não é a mesma ou muito semelhante entre as obras e as fábricas de móveis, porém existindo uma realidade diferente entre os respectivos descartes.

O descarte observado nas fábricas de móveis caracteriza-se por ser basicamente de painéis de madeira, como o MDF. De tamanho muito variado, é um resíduo limpo e apresenta-se na forma natural, ou seja, sem pintura, cola ou outro tipo de acabamento, ou com acabamento melamínico, o que não impede seu reaproveitamento. Os pedaços de MDF observados, de forma geral são pequenos, pois este tipo de matéria-prima oferece grande possibilidade de aproveitamento, sendo utilizado ao máximo o tamanho do painel.

O descarte das obras, por sua vez, caracteriza-se por peças em madeira maciça, geralmente de eucalipto, uma espécie de custo acessível, muito utilizada em estruturas de telhado e na confecção de formas e andaimes. O eucalipto, dependendo de sua aplicação na obra, pode ser encontrado em diferentes classificações, ou seja, para estrutura de telhado, por exemplo, é utilizada uma madeira de melhor qualidade do que para formas de concreto. A dimensão das peças é maior que as observadas na fábricas de móveis, sendo encontradas tábuas com até três metros de comprimento. Porém, o descarte da construção civil não é totalmente limpo, podendo conter resquícios de areia, cimento ou pregos.

Para a viabilidade do reaproveitamento do descarte da madeira, a partir das informações levantadas, conclui-se que o descarte das fábricas de móveis pode ser considerado mais fácil de ser trabalhado, pois se apresenta em melhores condições de limpeza e armazenamento, além da possibilidade de utilização da estrutura da própria fábrica para o desenvolvimento e produção de novas peças.

Por outro lado, o descarte da construção civil apresenta a vantagem de oferecer peças com dimensões maiores, que podem ser utilizadas de forma mais uniforme, com menores recortes e elementos de fixação, para uso, por exemplo,

como tampos de mesa ou bancos. A desvantagem da utilização do descarte da construção refere-se à qualidade estética ou física da madeira e à limpeza necessária para a utilização do mesmo, além do transporte e triagem necessários para a transformação deste resíduo em mobiliário.

Em função da não regularidade do tamanho das peças encontradas, o projeto a ser desenvolvido precisa ser avaliado quanto à função desejada para o móvel, por parte do *designer*, e quanto à viabilidade de produção de peças exclusivas ou não passíveis de reprodução em larga escala.

Como pode ser visto no registro fotográfico (item 1.2.3), em áreas de disposição de resíduos, o volume de descarte de madeira e MDF é elevado. Instituições públicas poderiam desenvolver ações para transformar este descarte, por exemplo, em mobiliário urbano, aplicando-se, neste caso, técnicas de tratamento e acabamento para a madeira que não demandam nenhum tipo de tecnologia avançada.

Frente às possibilidades constatadas, e após levantamento dos dados de campo, revisão de objetivos e dos parâmetros projetuais, optou-se pelo uso do descarte da construção civil, pela facilidade de acesso ao mesmo durante a pesquisa, pela qualidade e quantidade de peças similares disponíveis e também pelo maior desafio apresentado por se tratar de um resíduo extremamente heterogêneo.

Posteriormente à geração de alternativas, chegou-se ao desenvolvimento de um módulo, passível de reprodução, necessitando apenas da adequação de suas dimensões de acordo com a madeira ou MDF coletados. Quatro módulos, agrupados e unidos apenas por sistemas de encaixe, sem a necessidade de adesivos, pregos ou parafusos, deram origem a um conjunto de módulos multifuncionais, aqui representados pela montagem da Mesa Versus.

Portanto, ao final deste trabalho, a pesquisa e o produto desenvolvidos levam a conclusão de que, todos os resíduos pesquisados são passíveis de intervenção, dependendo do tipo de objeto ou móvel a ser projetado, concretizando-se na criação de um produto funcional, ecológico e contemporâneo.

REFERÊNCIAS

AREND, Clarissa de Oliveira. **Diagnóstico para implementação do programa de produção mais limpa em uma obra predial**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos. São Leopoldo. Dez. 2009. 44 p.

BAYEUX, Glória; SAGGESE, Antônio. **O Móvel da Casa Brasileira**. São Paulo: Museu da Casa Brasileira, 1997. 164 p.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm>. Acesso em 15 ago. 2010.

Brasil Econômico. Disponível em <http://www.brasileconomico.com.br/noticias/industrias-de-vidro-se-unem-pela-reciclagem_99384.html> Acesso em: 10 abr. 2011

Bortolini Indústria de Móveis. Disponível em <<http://www.bortolini.com.br>> Acesso em 14 out. 2010

BOX VOX PACK. Disponível em: <<http://www.boxvox.net/2008/08/chasing-arrows.html>> Acesso em: 03 out. 2010. il. color.

CALLISTER JÚNIOR, William D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008. 705 p. ISBN 9788521615958

CARLOS MOTTA. Disponível em: <<http://www.carlosmotta.com.br>> Acesso em: 13 out. 2010.

COMISSÃO DE ESTUDO ESPECIAL TEMPORÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Resíduos sólidos: classificação: ABNT NBR 10004: 2004**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004. vi, 71 p.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Carlos Chagas, 1988. 430 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA (Brasil). **Resolução nº 307/02: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>> Acesso em: 20 ago. 2010.

Craftsmanspace. Disponível em: <<http://www.craftsmanspace.com/knowledge/lap-woodworking-joints.html>> Acesso em: 05/04/2011

DURATEX. Disponível em: <<http://www.duratex-madeira.com.br/Duratex/web/>> Acesso em: 31 out. 2010.

FERREIRA, Oswaldo Poffo. **Madeira: Uso sustentável na construção civil.** São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas:SVMA: SidusCon-SP, 2003. 59 p.

FSC BRASIL. Disponível em: <<http://www.fsc.org.br/>> Acesso em: 10 out. 2010.

GORINI, Ana Paula Fontenelle. **Panorama do Setor Moveleiro no Brasil, com Ênfase na Competitividade Externa a partir do Desenvolvimento da Cadeia Industrial de Produtos Sólidos de Madeira.** Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/199809_1.html> Acesso em: 14 out. 2010.

HUGO FRANÇA. Disponível em: <http://www.hugofranca.com.br/novo_site/home.html> Acesso em: 13 out. 2010.

KAZAZIAN, Thierry (Org.) **DESIGN e desenvolvimento sustentável: haverá a idade das coisas leves.** São Paulo, SP: SENAC São Paulo, 2005. 194 p. ISBN 8573594365

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais.** 1. ed. São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 366 p.

MARCENARIA SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.marcenariasp.com.br/>> Acesso em: 13 out. 2010.

MASISA BRASIL. Disponível em <<http://www.masisa.com/bra/por/Default.html>> Acesso em: 03 out. 2010.

MCB. Museu da Casa Brasileira. Disponível em:
<<http://www.mcb.sp.gov.br/mcbltem.asp?sMenu=P002&sTipo=5&sltem=1479&sOrdem=0>>. Acesso em: 19 ago. 2010

Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/programas-e-acoess/mcmv/minha-casa-minha-vida>> Acesso em: 24 set. 2010.

PANERO, Julius. **Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos**. 9. ed. Barcelona, España: Gustavo Gili, 2001. 320 p. ISBN 9688873284

PAPANÉK, Victor. **Arquitetura e design: ecologia e ética**. Lisboa: Edições 70, 1998. [2] p. ISBN 9724409686

PEREIRA, Taís Vieira. **Mood Board como Espaço de Construção de Metáforas**. 2010. 179 f. Dissertação (Mestrado em Design), Unidade Acadêmica de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós Graduação em Design, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos. Porto Alegre, RS, 2010.

PINTO, Tarcísio de Paula (Coord.); GONZÁLES, Juan Luis Rodrigo (Coord.). **MANEJO e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2005. v. ISBN 8586836044

PLANETA CASA. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/planeta-casa/>> Acesso em: 14 out. 2010.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis** [Dissertação de Engenharia]. Porto Alegre, RS, 2003. 90, [15] f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2009. 288 p. ISBN 9788577170937

REMADE. Revista da Madeira. Disponível em:
<<http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira.php>> Acesso em: 31 out. 2010.

SANTANA, Pedro Ariel (Org.). **DESIGN Brasil: 101 anos de história**. São Paulo, SP: Abril, 2010. 335 p. ISBN 9788536409399

SEMASA – Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André. **Projeto de usina de reciclagem e recuperação de Madeiras**. Disponível em: http://www.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/pdf/Reciclagem_e_recupera%C3%A7%C3%A3o_de_madeiras.pdf. Acesso em: 15 ago. 2010.

SENAI. RS. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2003. 42 p. il. Disponível em: <http://srvprod.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf>. Acesso em: 22 maio 2011

SILVA, Arlindo; RIBEIRO, Carlos Tavares; DIAS, João; SOUSA, Luís. **Desenho técnico moderno**. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2006. xviii, 475 p. ISBN 8521615221

SINDMÓVEIS. Sindicato das Indústrias do Mobiliário de Bento Gonçalves. Disponível em: <http://www.sindmoveis.com.br/port/?page=noticias_ver&id=903> Acesso em: 06 set. 2010.

SINDUSCON-RS. Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.sinduscon-rs.com.br/site/principal/conteudo_nivel_2.php?codConteudo=744> Acesso em: 06 set. 2010.

TINTAS SUVINIL. Disponível em <<http://www.suvinil.com.br/#Produto/Default.aspx>> Acesso em 23 maio 2011.

VALENÇA, Antônio Carlos de Vasconcelos; PAMPLONA, Leonardo de Moura Perdigão; SOUTO, Sabrina Weber. **Os Novos Desafios para a Indústria Moveleira no Brasil**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1504.pdf> Acesso em: 14 out. 2010.

ZENID, José Geraldo (coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009. 100 p. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/manual_madeira.pdf> Acesso em: 15 out. 2010

WARD, Bárbara; DUBOS, René; LAMBERTI, Antônio. **Uma terra somente: a preservação de um pequeno planeta.** São Paulo, SP: Edgard Blücher, 1973. 277 p.

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha Básica para Observação e Levantamento de Dados

Data:	
Tipo de local:	
Endereço:	
Aplicação da Madeira:	
Identificação da madeira:	
Condição do descarte:	<input type="checkbox"/> reciclável/reutilizável <input type="checkbox"/> sem condição de reciclagem/reutilização OBS:
Tamanho das amostras:	
Registro fotográfico:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
OBS:	
Quantidade de descarte:	<input type="checkbox"/> nenhum <input type="checkbox"/> baixo <input type="checkbox"/> alto <input type="checkbox"/> muito alto
Outras informações:	

ANEXO 2: Etapas do Desenvolvimento



ANEXO 3: Especificações da Tinta Esmalte Seca Rápido Suvinil

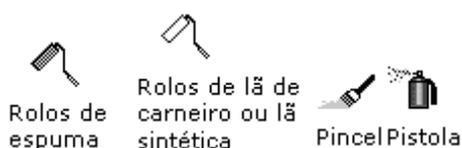
Suvinil Esmalte Seca Rápido

<<http://www.suvinil.com.br/#Produto/Default.aspx>>



É um produto de secagem rápida, fácil aplicação bom alastramento e aderência. Oferece resistência a fungos, além de não amarelar. É a base de água, oferecendo baixo odor e grande facilidade na limpeza, já que dispensa o uso de aguarrás, também dispensa o uso de fundo em alumínio e galvanizados.

FERRAMENTAS NECESSÁRIAS:



Rolos de espuma

Rolos de lã de carneiro ou lã sintética

Pincel Pistola

Aplicação:

Multimetals, PVC, madeira e alvenaria (repintura).

Local de Aplicação:

Interior e Exterior

Acabamento:

Brilhante ou Acetinado

Superfície	Diluição	Rendimento	
		m ² /demão	embalagem
Madeiras, metais ferrosos, galvanizados, alumínio, PVC e alvenaria (repintura barra lisa).	Máximo 10% em todas as demãos (com água potável)	14 a 19 55 a 75	1/4 galão (900 mL) galão (3,6 L)

Demãos	Pistola	Secagem
Duas a três demãos com intervalo de 4 horas	Diluir com 30% de água, pressão entre 2,2 e 2,8 kgf/cm ² ou 30 a 35 lbs/pol ²	Ao toque: 30 a 40 minutos Final: 5 horas A secagem em 30 minutos é obtida em condições adequadas de temperatura e umidade (próximo de 25°C e umidade relativa do ar a cerca de 70%).

Composição:

Resina acrílica modificada, pigmentos ativos e inertes, coalescentes, espessantes, microbicidas não metálicos e água

Observação:

Baixo Odor.