



COMPARATIVO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ENTRE PRODUTOS PROVENIENTES DA MADEIRA PARA PROJETOS DE MOBILIÁRIO

Bruno Serviliano Santos Farias
Universidade Federal do Maranhão
brunoserviliano@gmail.com

Mariana Sousa Valporto
Universidade Federal do Maranhão
marianavalporto@gmail.com

Alcilene Cristina Santos França
Universidade Federal do Maranhão
asfcristina@gmail.com

Karoline de Lourdes Monteiro
Universidade Federal do Maranhão
kgguimaraes@hotmail.com

Patricia Silva Azevedo
Universidade Federal do Maranhão
psazeved@hotmail.com

Valkiria Aires Viegas
Universidade Federal do Maranhão
valviegas@hotmail.com

Denilson Moreira Santos
Universidade Federal do Maranhão
denilson.santos@ufma.br

Lilian Thais Cantanhede Rocha
Universidade Federal do Maranhão
Lilian.rocha10@hotmail.com

Resumo: A escolha do material causador de menores impactos no desenvolvimento de produtos pode contribuir como elemento diferenciador de competitividade no setor moveleiro. Neste âmbito, buscou-se conhecer as características da madeira maciça e alguns de seus derivados, muito utilizados na fabricação de móveis. O objetivo do estudo consiste em construir um comparativo de impacto destes materiais utilizando-se como referência os dados do *software* SimaPRO 7.2, juntamente à Análise de Ciclo de Vida (ACV). Como resultado, observou-se que a madeira maciça pode gerar menor impacto devido à baixa variabilidade de fatores de impactos ambientais negativos apresentados nas análises.

Palavras-chave: Impactos ambientais; mobiliário; materiais.

Abstract: *The choice of material causing less impact on product development can contribute as a differentiating element of competitiveness in the furniture industry. In this context, we sought to understand the characteristics of solid wood and some derivatives, widely used in furniture manufacturing. The goal is to construct a comparative impact of these materials using as reference the data from SimaPro 7.2 software. As a result, it was found that the sawn timber produce lower impact of variability due to low negative environmental impact factors in the analysis presented.*

Keywords: *Environmental impacts; furniture; materials.*

1. INTRODUÇÃO

A escolha do material, na atividade projectual, pode potencializar ou minimizar a geração de impactos ambientais de produtos moveleiros, conforme as características relativas aos processos de beneficiamento ou utilização de cada material.

Entende-se por indústria moveleira o setor responsável pela produção de móveis, tais como: mesas, cadeiras, armários, entre outros, nos mais variados estilos. É um setor tradicional de indústria de transformação, com um longo ciclo de produção compreendido desde a aquisição da matéria-prima e insumos, do processo produtivo em si, com o beneficiamento e transformação, até a distribuição do produto final ao mercado (GALINARI, 2013).

Neste sentido, o design tradicionalmente atua no conceito estético do produto. Contudo, este profissional pode contribuir de forma significativa na construção de novos caminhos para a indústria moveleira, com o foco na responsabilidade ambiental e na competitividade de mercado. O design pode apresentar-se como um elemento diferenciador, estratégico e de gestão (LANDIM, 2010), pois direciona o caminho do produto, incluindo momentos de planejamento, produção e marketing.

MORAES (1999, p. 89) também apresenta o design como um instrumento competitivo diferenciador de valores dos produtos em meio industrial, indicando materiais e processos.

No Brasil, a madeira é uma das principais matérias-primas utilizadas na produção industrial. Entretanto, com o avanço do setor tecnológico e com o desenvolvimento de materiais alternativos visando uma maior eficiência na produção de móveis, a indústria moveleira hoje conta com os derivados da madeira, haja vista: compensado, MDF, MDP e outros.

No universo da indústria madeireira, deve-se optar entre a madeira maciça ou seus subprodutos, tais como a madeira serrada (tábuas, vigas, caibros, dormentes, etc.), o aglomerado, compensado, o MDF e o laminado (SOARES, 2002, p. 160). Ao escolher a madeira maciça, deve-se levar em consideração sua origem e certificação.

O país apresenta-se com possibilidades de grandes planos de reflorestamento, pois a sustentabilidade em produtos, diz respeito à integração valores sociais, ambientais e econômicos (CAPELLINI; FORTUNATO, 2012, p. 25). Contudo, este potencial ainda não é suficientemente explorado para a indústria moveleira, destinando grande parte da produção de matéria-prima para outras indústrias, como para produção de papel e celulose.

Assim, o designer deve pensar nos objetivos projetuais, conhecer as características e danos causados por cada um dos materiais, e tomar a decisão da matéria-prima adequada. Autores sugerem a substituição de materiais. Na *indústria moveleira [...] crescem dia a dia as restrições contra o uso indiscriminado das madeiras nobres. Isto força os designers a procurarem soluções alternativas mais adequadas [...] como a utilização de madeiras transformadas* (GOMES FILHO, 2006, p. 160). Questiona-se, então, quais os impactos causados por estes materiais, de forma comparativa, para que seja possível responder se este é um caminho viável ou não em termos ambientais.

Esta pesquisa tem como objetivo principal comparar materiais madeireiros, quanto seus impactos negativos, visando o uso racional no design de produtos. Os materiais em estudo são o MDF, o compensado e a própria madeira maciça, tendo como base de análise a comparação de seus aspectos ambientais. A metodologia utilizada para a avaliação dos derivados de madeira apresenta-se em 3 fases: 1) a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), com base em um estudo de caso, com a coleta de dados dos materiais; 2) a ACV utilizando a ferramenta computacional SimaPro 7.0; e 3) a comparação dos resultados obtidos nas duas fases anteriores. Este estudo proporciona resultados que buscam contribuir para a sustentabilidade ambiental, visando diminuir o consumo da matéria prima e energia e também emissões, auxiliando na escolha de materiais mais adequados para o uso na indústria do mobiliário.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais

Como aponta Da Rosa (2007), a primeira matéria-prima empregada na fabricação de móveis foi a madeira nativa, ou madeira de lei, que apresentou como características principais a aparência das diferentes fibras e colorações, a alta resistência física e mecânica, a durabilidade e a usinabilidade (por ser moldurada, torneada ou entalhada).

Entretanto, com o avanço da tecnologia e dos materiais, as madeiras maciças passaram a ser mais utilizadas na forma de lâminas aplicadas sobre painéis (aglomerados, compensados, MDF etc.), o que otimiza a utilização dessa matéria-prima, atualmente mais escassa. Na forma de tábua, esta é mais utilizada em molduras, entalhes e torneados, ainda apresenta produtos como: semiblocos, blocos, pranchões, pranchas, vigas, vigotes, caibros, tábuas, sarrafos e ripas. Para a obtenção destes produtos utiliza-se de serra circular, serra fita ou similar para os desdobro, destopo ou refilo (IBQP, 2002. p.34). Contudo, o maior volume fica por conta da sua transformação em painéis basicamente produzidos com madeira de reflorestamento, como eucalipto e pinus.

O compensado, um dos principais produtos obtidos nesta fase de industrialização, é um painel fabricado a partir de lâminas coladas transversalmente em número ímpar de camadas, classificadas de acordo com suas características de fabricação, utilização e tipo de adesivo empregado. Este material pode ser de uso interior quando utilizado o adesivo uréia-formaldeído e de uso externo ou “prova d’água”, quando a colagem é à base de adesivo fenol-formaldeído. As variáveis do processo, como umidade das lâminas, composição estrutural, formulação do adesivo, gramatura e ciclo de prensagem, são importantes fatores para assegurar a qualidade dos painéis, que são bastante utilizados pela indústria de construção civil, naval, embalagens e moveleira.

Outro material derivado da madeira é aquele denominado painel reconstituído, em que a madeira bruta é triturada, transformando-se em cavacos que impregnados de resinas sintéticas formam o MDF (*Medium Density Fiberboard*). Conforme Bombassaro e Piva (2013), no Brasil, o MDF começou a ser fabricado em São Paulo no ano de 1997. É um material que apresenta consistência e algumas características parecidas com as da madeira maciça, sendo que a maioria de seus parâmetros físicos é

superior aos da madeira aglomerada. Caracteriza-se, também, por possuir boa estabilidade dimensional e grande facilidade para usinagem. Apresentando ainda vantagens em relação à madeira natural, o compósito não apresenta “nós”, veios reversos e imperfeições típicas da matéria-prima, tornando-se amplamente utilizado na indústria moveleira, em frontais de portas, frentes de gaveta e outras peças elaboradas, com usinagens em bordas ou faces, como tampos de mesa, racks e estantes.

O sistema de transformação da madeira começa após sua extração da floresta, que é descascada e cerrada de acordo com seu uso. No caso da produção de compensados a madeira é transformada em lâminas, enquanto na produção do MDF ela é transformada em pedaços menores (cavacos) que, posteriormente, são triturados a fim de formar partículas. O material resultante vai para a etapa de secagem que pode acontecer tanto ao ar livre quanto em estufas. É o momento da retirada da umidade das peças visando propiciar, no caso do compensado e do MDF, uma melhor aderência dos componentes quando receberem a resina.

A montagem do painel de compensado é feita a partir da sobreposição de lâminas de madeira que são coladas com a grã alternada, geralmente em ângulo de 90°. Coladas as lâminas, o painel é prensado a frio com a finalidade de iniciar o processo de transferência de cola entre as camadas e facilitar a entrada dos painéis nos pratos da prensa à vapor, quando os painéis são prensados sob pressão e temperatura (OLIVEIRA, et al.,2005).

Para a montagem do painel de MDF a resina deverá ser misturada às partículas de madeira a fim de que se obtenha um agregado homogêneo que, após perder significativamente sua umidade, será prensado, formando assim uma espécie de colchão de fibras. Este por sua vez é submetido ao processo de climatização, durante o qual ocorre a consolidação da chapa de fibras no que se refere a seus aspectos de estabilidade dimensional e cura de resina. As lâminas resultantes da madeira maciça passam por um processo de usinagem e torneamento para que os contornos, ranhuras, ressaltos e detalhes sejam processados resultando em peças acabadas e prontas para o uso.

No entanto, os painéis de compensado e MDF para se tornarem prontos para o consumo dependem de etapas como, esquadrejamento e lixamento, feitas em serras esquadrejadeiras para se obter as dimensões finais desejadas, bem como corrigir os defeitos em suas superfícies e bordas.

O armazenamento das peças de madeira maciça geralmente é feito com a sobreposição destas com peças intermediárias, enquanto os painéis de compensado e MDF são, respectivamente, empilhados na posição horizontal e na vertical. A última é a etapa do transporte, quando as peças saem das fábricas prontas para uso industrial dos mais diversos ramos. A Figura 1 apresenta o sistema produtivo referente a madeira e seus subprodutos.

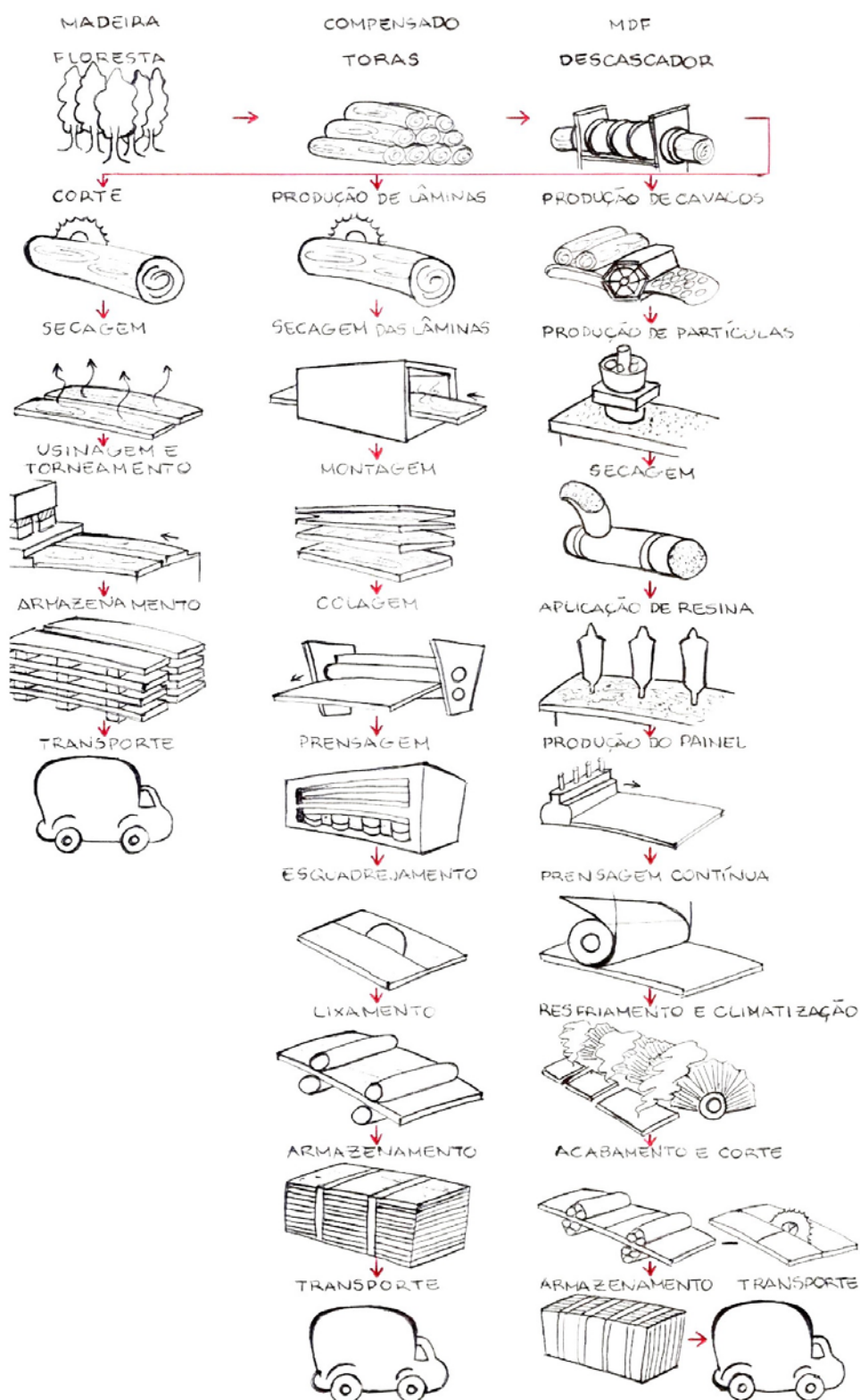


Figura 1 – Sistema produtivo da madeira maciça, compensado e MDF, respectivamente.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base na pesquisa realizada.

2.2 Impactos ambientais

As primeiras observações sobre o meio ambiente datam com a Revolução Industrial. Porém somente em 1960, pela reunião do Clube de Roma tomou-se real

importância; e em 1969 na reunião do NEPA (*National Environmental Policy Act*), foi criada a Avaliação de Impacto Ambiental – AIA que direcionavam uma política ambiental mais correta aos empreendimentos potencialmente impactantes. (Caderno de Licenciamento Ambiental, ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2009).

Em 1986, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), publicou o Artigo 1º, Resolução Nº 1, de 23 de janeiro de 1986, “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam a saúde, segurança e o bem estar da população; atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos naturais.”.

Para a realização do estudo de impacto social, de acordo com o Artigo 6, inciso I e II, é necessário realizar o diagnóstico da área de influência, analisar os recursos ambientais e suas interações, os impactos e suas alternativas, identificar a magnitude e interpretar a importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

Dentre os recursos mais explorados tem-se a madeira, principal insumo na cadeia industrial. Dos principais fatores relacionados aos impactos ambientais identificados no sistema produtivo dos materiais madeireiros, está a geração de resíduos, sendo esta uma consequência direta da transformação da madeira maciça ou painéis de madeira reconstituída. Conforme suas características morfológicas os resíduos podem ser classificados como cavacos, maravalha, serragem, e por fim, o pó (PONTES, 1991).

Todavia, quanto ao grau de toxicidade dos refugos, percebemos que no caso da madeira maciça o resíduo não é tóxico, podendo ser aproveitado em granjas como forração para a criação de animais, e também na agricultura para auxiliar na retenção de umidade do solo. Já no caso dos painéis de compensado e MDF, o aproveitamento de resíduo está mais limitado à queima para geração de energia, já que a produção de tais materiais requer a adição de resinas sintéticas. Porém, nos dois casos o descarte indevido pode causar poluição nos recursos hídricos, inutilização de áreas que poderiam ser mais bem aproveitadas e poluição de maneira geral.

Conforme Hübblin (2000), as perdas e a geração de resíduos, de quase 50% do total da cadeia produtiva da madeira, são causadas tanto pela baixa qualidade da matéria-prima quanto pela falta de conhecimento básico das propriedades físicas, mecânicas e organolépticas da madeira, e também pela aplicação de tecnologias inadequadas para seu processamento.

2.3.1 Tipos de impactos

Qualquer atividade que o homem exerça na natureza ou meio natural é considerado impacto ambiental, e os mesmos dividem-se em ambientais, que são os recursos ambientais; e os sociais, população humana, que degradam os solos, a fauna, a flora, as águas e a saúde. (CONAMA, Art 1º, Resolução de 23/01/87).

O quadro 1, mostra as categorias que são geradas pelos resíduos provenientes da madeira.

2.3.1.1 Quadro 1

CATEGORIA DE IMPACTO	DESCRIÇÃO
Emissão de substancias cancerigenas	São os danos causados à saúde humana resultante de emissão e todas substâncias classificadas no grupo IARC (<i>Internacional Agency for research on Cancer</i>) 1,2A, 2B e 3 para os que se encontram disponíveis na informação necessária sobre as características psico-químicas e cancerígenos
Emissão de partículas inorgânicas	São os danos causados à saúde humana resultante de emissões de poeira, orgânica e não-orgânica, substâncias relacionadas aos problemas respiratórios
Emissão de partículas orgânicas	
Mudança climática	Mudanças de temperatura, precipitação, nebulosidade e outros fenômenos climáticos
Radiação	São os danos causados à saúde humana resultantes de emissões rotineiras da substância radioativa ao meio ambiente
Camada de ozônio	A redução da camada de ozônio são os males causados à saúde humana ligados ao aumento da radiação ultravioleta da terra causada pela destruição da camada de ozônio aumentando o buraco
Toxicidade para o meio ambiente	Expressa os danos causado em espécies exposta à concentração de substâncias tóxicas. Os efeitos são calculados em <i>Potentially Affected Fraction</i> (PAF), com base em dados de toxicidade para organismos terrestre e aquáticos como microorganismos, plantas, anfíbios, moluscos, crustáceos, peixes e uma diversidade de plantas
Acidificação e Eutrofização	É utilizado o <i>Potentially Disappeared Fraction of Plant Species</i> (PDF) que expressa o acréscimo ou decréscimo de espécies a partir da deposição de emissões aéreas, com influência negativa sobre os ecossistemas aquáticos
Uso da terra	Também utiliza o <i>Potentially Disappeared Fraction of Plant Species</i> (PDF) porém utiliza modelos distintos que visam calcular os efeitos locais da ocupação e conversão do solo
Consumo de minerais	Os danos aos recursos são expressos como a energia necessária para a mineração futura, para os minerais calculam-se usando os modelos geo-estatísticos que relacionam a disponibilidade dos recursos e a sua concentração
Uso de combustíveis fósseis	É estipulado pelo total excessivo da energia baseado no uso futuro do petróleo extraído dos areais do piche.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base na pesquisa realizada.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS

A presente pesquisa é de natureza exploratória que segundo Gil (2008) esclarece conceitos e ideias, abordando temas com uma visão generalizada que podem

ser posteriormente melhor desenvolvida e ampliada. Esta pesquisa foi iniciada pelo levantamento bibliográfico, junto aos bancos de dados virtuais e impressos, além de literatura especializada. Posteriormente à este levantamento, foi realizada a análise de ciclo de vida (ACV) que é utilizada para fornecer uma visão holística do desempenho ambiental de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida, de forma a se entender a complexidade dos problemas ambientais. É geralmente utilizado para comparar produtos que desempenham a mesma função ou para determinar pontos críticos, onde analisa os fluxos de entrada e saída relevantes (identificação da energia, dos materiais utilizados e dos resíduos lançados para o meio ambiente), de um produto ou sistema fornecendo informações importantes para os processos de tomada de decisão, segundo Goedkoop e Lindahl (apud FILHO et al 2008).

Para tal análise utilizou-se o *software* SimaPro 7.2, desenvolvido na Holanda e amplamente utilizado para examinar ciclos de vida mais complexos, analisando e comparando o desempenho ambiental de produtos ou serviços. Possui um inventário em forma de bases de dados que juntamente com o Eco Indicator99 (software para dar valor), gera perfis ambientais.

Para a comparação dos materiais em estudo (madeira, MDF e compensado), utilizou-se uma amostragem de 1m³ para cada material, gerando ao final gráficos comparativos dos tipos de impactos gerados, estimados por valores numéricos, fazendo uso de comparação única, ponderação e avaliação de danos.

4. ANALISES E RESULTADOS

4.1 Avaliação do ciclo de vida utilizando o SimaPro 7.2.

Entre os 3 materiais, ao compensado é atribuído 7 categorias das 8 apresentadas na AVC, dentre elas o mais destacável é o uso da terra (*land use*), onde o resíduo gerado, além de possuir elementos químicos, não pode ser reciclado com facilidade devido a mistura dos materiais com resina adesiva. Em seguida, o MDF indicado em 6 categorias, destacando-se os combustíveis fósseis (*fossil fuels*) que evidencia-se nas etapas de produção de partículas a transporte e distribuição. Por último, a madeira é observada em 3 categorias que assim como o compensado, apresenta maior impacto no uso da terra, porém o produto gerado transforma-se em outros compósitos. A figura 3 representa a comparação única dos materiais.

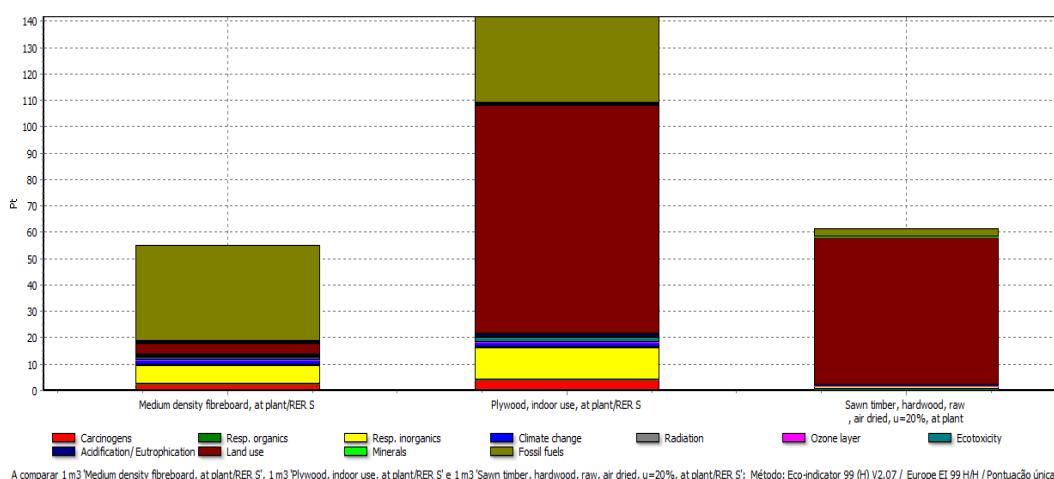


Fig. 3 – Gráfico de Avaliação de impactos dos três materiais em comparação única.

Fonte: Adaptado de *software* SimaPro 7.2.

Outra categoria significativa é o alto impacto com o uso de combustíveis fósseis (*fossil fuels*), adquirido da energia utilizada no processamento e fabricação dos painéis de compensado em comparação com o beneficiamento dado a madeira maciça.

Atribui-se ao impacto de uso da terra os danos causados nos componentes do ambiente (solo, água, ar, plantas e animais). A lesão gerada afeta os recursos naturais geoambientais e a biomassa. Os resquícios originados dos derivados da madeira, constituídos de adesivos, agredem tais componentes, que podem ser repassados aos seres vivos no ciclo da cadeia alimentar. O impacto de combustíveis fósseis é caracterizado por fontes de energia não-renováveis, carvão mineral, petróleo e gás natural que geram poluição atmosférica e conseqüentemente o aquecimento global. Podemos encontrar este impacto na etapa de transporte das peças, beneficiamento e tratamento. Grande parte dessas máquinas utilizam gasolina ou diesel, os quais liberam dióxido de carbono.

Tanto no MDF quanto no compensado, o impacto de partículas inorgânicas (*resp. inorganics*) mostram-se relevantes. Mesclados pelo formaldeído em sua fabricação, ambos apresentam este elemento químico como agente oncoincidiador (àquele que é capaz de promover o dano genético das células, iniciando o processo de carcinogênese). Tal composto é inserido nas partículas do MDF, nas etapas de aplicação de resina para a produção do painel, e no compensado encontra-se na etapa de colagem das lâminas. Desde 2004, a IARC classificou o formol ou formadeído como composto carcinogênico de Grupo 1, que são os tumorogênico e teratogênico por produzir efeitos na reprodução de humanos. Tanto no manuseio quanto após o descarte, este agente químico junto à fumaça é expelido na atmosfera contaminando todo o ambiente.

A exposição prolongada do pó derivado da serragem causa câncer na faringe, assim como as partículas inorgânicas geradas no processo de queima da madeira, também presentes nos combustíveis das máquinas, causam diversos outros problemas respiratórios. A incineração ajuda ainda na mudança de clima, pois interfere no equilíbrio ambiental por meio da exposição de CO₂. Assim como, o uso de combustíveis no processo de transporte e tratamento. Tais partículas contaminam a água, o solo e podem retornar ao ser humano pela cadeia alimentar, conforme tratam os impactos de acidificação/eutrofização (*Acidification/Eutrophication*), uso da terra e ecotoxicidade (*Ecotoxicity*).

A saúde humana constantemente é afetada pela poluição ambiental, seja de forma direta ou indireta. O corpo humano é atingido pelos poluentes por meio da inalação, ingestão ou absorção dérmica, que são observados nas alterações subclínicas (doenças). O ar contaminado gera problemas respiratórios, afeta a pele, atinge a água e contamina o solo (Cardoso apud PHILIPPI JR, 2005).

No gráfico a seguir (figura 4) apresenta-se a avaliação de danos causados pela madeira e seus subprodutos sob os parâmetros de saúde humana (*Human Health*), qualidade do ecossistema (*Ecosystem Quality*) e recursos (*Resources*).

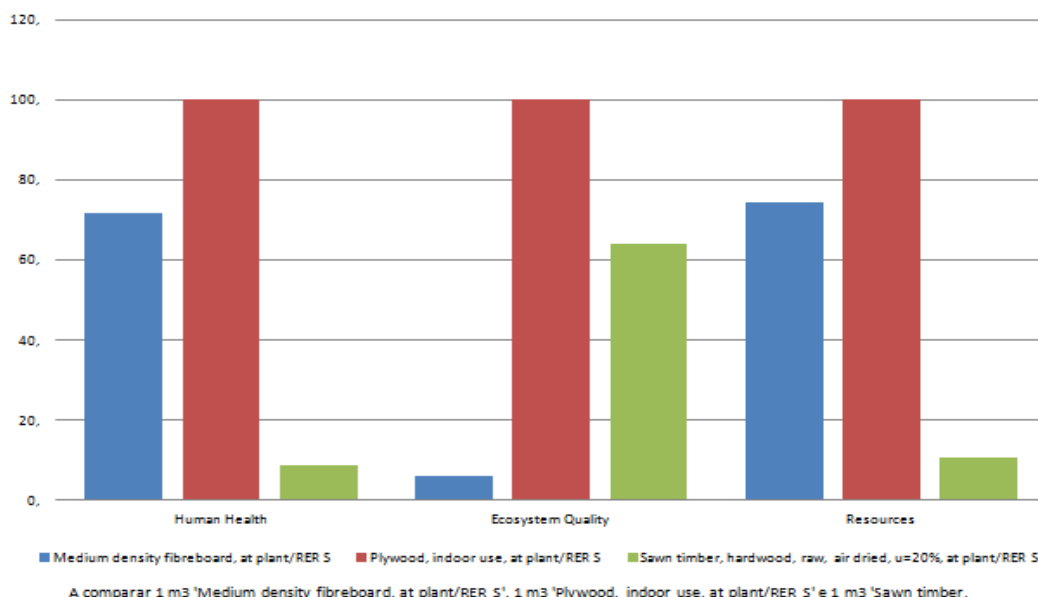


Fig. 4 – Gráfico de avaliação e danos

Fonte: Adaptado de *software* SimaPro 7.2.

O compensado alcança 100% de dano à saúde humana (*Human Health*) numa amostragem de 1m³ do material. Apresentado a mesma porcentagem para os demais danos, qualidade do ecossistema (*Ecosystem Quality*) e recursos (*Resources*), sendo o maior degradante dentre os três. Apresentado com dois tipos de resina, a ureia-formaldeído e o formol formaldeído, o compensado gera mais resíduos que o MDF (70%), também composto pelos mesmos. Esses elementos químicos em contato com o ar, liberam toxinas cancerígenas. Quando confeccionado, os colaboradores expõem-se diretamente ao produto, que é constituído de resina, catalisador, extensor e água pré estabelecidas. Mesmo diluído, agride de forma lenta aos que o manuseiam. Os que já possuem predisposição o dano é maior, atingindo o aparelho respiratório e a pele com mais intensidade, ocasionando alergias e outros problemas dérmicos. A madeira (8%), gera resíduos, que podem reutilizados em outras matérias. Não possui elementos sintéticos, e assim melhor reaproveitado. Porém também é utilizado na carbonização para combustão de máquinas diversas.

As químicas presentes no compensado e no MDF, sufocam o solo, causam desequilíbrio na qualidade do ecossistema (*Ecosystem Quality*). Contudo, a madeira (64%), ao ser extraída diminui a qualidade do ar, visto que não há substituição imediata na natureza. Desde o processo de aquisição do produto, há uso de combustíveis fósseis através do maquinário. Gera resíduos, como galhos, cascas e folhas, que mesmo biodegradáveis ainda são resíduos. O MDF (6%), tem em sua matéria a trituração da madeira, o qual reaproveita os cascalhos da madeira pura, fazendo melhor uso do material. Apresenta menor dano ao ecossistema pois suas características formológicas assemelham-se a madeira e o uso é muito abrangente. A queima contribui para a degradação do ambiente assim como o compensado, devido a presença de elementos carcinogênicos.

Aos recursos (*Resources*), o MDF demonstra 74%, adquiridos durante a fabricação e beneficiamento do produto, que faz uso de maquinários habitualmente movidos a eletricidade, diesel ou carvão. A madeira (10%), faz uso de baixos recursos já que o ideal seja que a mesma esteja em forma natural.

O processo que interliga os três materiais é a queima de gás natural, um dos grandes responsáveis pelo lançamento de gases do efeito estufa na atmosfera. O efeito estufa é um fenômeno natural para manter o planeta aquecido. No entanto, ao lançar muitos desses gases na atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono (CO₂), o planeta se torna cada vez mais quente. Estes gases formam uma espécie de cobertor cada dia mais espesso que não permite a saída de radiação solar (CARVALHO, 2008). No entanto, considerando as limitações impostas pelo *software* SimaPro 7.2 na aplicação a estes tipos de impactos ambientais, os resultados aqui apresentados devem ser validados utilizando dados em escala real, outros métodos e um software de apoio a esta análise.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados quantitativos mostram que o Compensado foi o material que mais gerou resíduos tóxicos ao ecossistema, em grande parte, devido a não dissolução do agente químico, visto que o próprio não é reutilizado. A madeira por sua vez, ainda gerando resíduos em quantidade moderada, possui maior reaproveitamento ao ser reciclado, podendo ser utilizado em: artesanato, na incineração com menor impacto, uso como combustível em máquinas, cabendo ao designer dar outras formas ou utilidades aos resíduos, compactuando com os conceitos de ecodesign e design sustentável.

Nos três materiais o descarte ainda possui grande relevância, acarretando em acúmulo de lixo e gerando mais poluição. Idealmente é necessário que haja mais aproveitamento das peças, reuso do material ou ainda, menor perda possível. Considerar todas as fases do ciclo de vida do material e avaliar os diferentes tipos de efluentes gerados bem como as emissões. Quanto maior for a quantidade de resíduos dos processos acima estudados, maiores as toxinas serão encontradas nos resultados das amostragens.

Logo, fica evidente que não é suficiente comparar as consequências ambientais apenas de um processo sem levar em consideração as consequências ambientais de todas as outras fases da vida do produto. Assim, o setor da movelaria deve atentar para o uso dos seus recursos, que comprovadamente causam danos negativos, sem oferecer ao cliente as informações dos processos, usos e descarte.

REFERÊNCIAS

ABRAF, **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília: 2012. Disponível em: <<<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>>. Acesso em 26 nov 2013.

BOMBASSARO, Luana; PIVA, Ricardo D. **Cartilha do marceneiro**. Disponível em: <http://www.artenapraca.com.br/?page_id=30>. Acesso em: 11 nov. 2013.

CAPELLINI, Marco; FORTUNATO, Adriana G. **Aspectos do Design** - Estratégias de design e o “efeito dominó” dos benefícios ambientais. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2012.

CARVALHO, Paula Geandra Coutinho Aragão de. **Aplicação do Programa SimaPro na Avaliação do Impacto Ambiental causado na Produção e Exploração Offshore de Petróleo**. PROGRAMA EQ-ANP. Rio de Janeiro Julho, 2008.

DA ROSA, S.E.S.; CORREA, A.R.; LEMOS, M.L.; BARROSO, D.V. **O setor de móveis na atualidade: uma análise preliminar**. BNDES, Rio de Janeiro, 2007.

FILHO, Américo et al. **ECODESIGN: MÉTODOS E FERRAMENTAS**. XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. USP, 2008.

GALINARI, Rangel; et al. **A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas**. BNDES Setorial 37, p. 227-272 Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3706.pdf>>. Acesso em 27 nov 2013.

GOMES FILHO, João. **Design do objeto: bases conceituais**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

HÜEBLIN, H. J. **Modelo para a aplicação da metodologia Zeri**. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento. 2000

IBQP- Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Paraná. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná**. 2002.

LANDIM, Paula da Cruz. **Design, empresa, sociedade**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

MORAES, Dijon De. **Limites do Design**. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: requisitos ambientais dos produtos industriais**. – 1.ed.2.reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008

KOCH, Marciano R. Dissertação de Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento: **Gestão de resíduos sólidos de uma indústria de aglomerados e moveleira** – um olhar para a sustentabilidade. UNIVATES, Lajeado/RS, 2012.

Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Capacitação de gestores ambientais: licenciamento ambiental** – Brasília: MMA, 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_arquivos/pnc_caderno_licenciamento_ambiental_01_76.pdf> acessado em 09 fev 2016.

Silva, A.F; Figueiredo, C.F. de. **Reaproveitamento de Resíduos de MDF da Indústria Moveleira**, PGDesign, UFRGS. fev 2010.

CARDOSO, Maria Regina Alves. Epidemiologia ambiental. In: PHILIPPI Jr., Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri – SP: Manole, 2005. cap. 4, p.87-113.