

THAMARA CRISTINA BREHM

**LUMINÁRIAS DESENVOLVIDAS A PARTIR DE COMPÓSITOS DE RESINA
POLIÉSTER E RESÍDUOS DE PUPUNHEIRA (*Bactris gasepaes* H.B.K.)**

JOINVILLE – SC

2012

THAMARA CRISTINA BREHM

**LUMINÁRIAS DESENVOLVIDAS A PARTIR DE COMPÓSITOS DE RESINA
POLIÉSTER E RESÍDUOS DE PUPUNHEIRA (*Bactris gasepaes* H.B.K.)**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, na Universidade da Região de Joinville. Orientador: Prof^a Dr^a Denise Abatti Kasper Silva.

JOINVILLE – SC

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

*Obrigado Deus, família, professores, orientadora, colegas de turma, amigos,
funcionários da Univille e membros da banca.*

RESUMO

Os compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais são materiais que viabilizam o desenvolvimento de produtos que sejam menos agressivos ao meio ambiente. Para os profissionais de design, o conjunto de princípios que considera os impactos que o desenvolvimento de um produto pode causar ao meio ambiente desde o projeto do produto até seu descarte, denomina-se ecodesign. Dentre os materiais que atendem alguns desses princípios, encontram-se os compósitos poliméricos contendo fibras vegetais como reforço. Destaca-se aqui a fibra de resíduo de pupunheira, pois é lançada ao solo após o corte da planta e extração do palmito para envase. A aplicação de fibras de pupunheira em compósitos poliméricos é recente, porém as propriedades mecânicas e de usabilidade observadas para esses compósitos, alinhadas à qualidade estética do material permitiram desenvolver produtos na linha de móveis e decoração. Nesse contexto, este trabalho buscou desenvolver luminárias com design diferenciado aplicando um compósito de resina poliéster reforçado com fibra de pupunheira. Para isso utilizou-se a metodologia de projeto de produtos tendo como norteador os princípios de ecodesign. Após análise e utilizando os conceitos de simplicidade e rusticidade, geraram-se dez alternativas dentre as quais se destacaram duas que foram então confeccionadas. Uma luminária pendente que teve como principal desafio a produção de chapas em grandes dimensões (600 x 600 mm) e uma luminária de mesa. Dentre as características do produto gerado estão o conforto visual em virtude da coloração difundida através das luminárias, a inovação proporcionada pelos aspectos formais e conceituais e a aplicação de um material proveniente de fonte renovável.

PALAVRAS CHAVE: fibras de pupunheira, resina poliéster, compósitos, ecodesign, luminárias.

ABSTRACT

Natural fiber reinforced polymer composites are materials that enable the development of products that are less harmful to the environment. For design professionals, the set of principles that considers the impacts that the development of a product may cause to the environment, from product design to its disposal, it is called ecodesign. Among the materials that answer some of these principles are the polymer composites containing natural fibers as reinforcement. It is highlighted here the peach palm fiber waste as it is released to the ground after cutting the plant and palm heart extraction for bottling. Applying peach fibers in polymer composites is recent but the mechanical properties and of usability noted for these composites, aligned with the aesthetic quality of material, allowed to develop product in line of furniture and decoration. In this context, this study aimed to develop luminaires with different design applying a polyester/pech palm fiber composite. For this purpose it was applied the methodology to design products with the guiding principles of Ecodesign. After examining and using the concepts of simplicity and rusticity, were generated ten alternatives among which stood out two that were then manufactured. A pendant lamp, that had as main challenge to produce in large plates (600 x 600 mm) and a desk lamp. Among the product features are the visual comfort due to the staining diffused through the lamps, the innovation provided by the formal and conceptual aspects and application of a material from a renewable source.

KEY-WORDS: peach palm fibers, polyester resin, composites, ecodesign, luminaires

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Dimensões Ambientais, Sociais, Econômicas e Políticas do Desenvolvimento Sustentável	16
FIGURA 2 – Níveis do Design para Sustentabilidade.....	19
FIGURA 3 – Representações esquemáticas de compósitos reforçados com fibras (A) contínuas e alinhadas, (B) descontínuas e alinhadas e (C) descontínuas e aleatoriamente orientadas.....	29
FIGURA 4 - A – Produtos Desenvolvidos a partir de Compósitos de Resina Termoplástica e Fibra de Sisal - B - Produtos Desenvolvidos a partir de Compósitos de Resina Termoplástica e Fibras Naturais (<i>Wood Plastic Composite</i>).....	30
FIGURA 5 – Pontos de Localização de Cultivo de Palmáceas.....	33
FIGURA 6 – A – Plantação de Palmito de Pupunha – B – Fruto da Pupunheira	34
FIGURA 7 - A - Compensado de Pupunha (Bioplac) – B - Aparador Revestido com Compensado de Pupunha.....	35
FIGURA 8 – Cuba para Banheiro e Lavabo desenvolvida a partir de Compósitos de Resina Poliéster e Fibra de Pupunheira (Fibras Tramadas).....	39
FIGURA 9 – Amostras dos Compósitos – A – Fibra Aleatória 10% e – B – Fibra Tramada 6%.....	40
FIGURA 10 A – Corte em Serra de Fita; B – Perfuração com Broca em Furadeira Elétrica; C – Perfuração com Pregos; D – Polimento com Lixadeira Elétrica; E – Aglutinantes Utilizados;.....	41
FIGURA 11 – Linha do Tempo das Luminárias de Teto.....	43
FIGURA 12 – Linha do Tempo das Luminárias de Mesa.....	43
FIGURA 13 – Painel Semântico do Público Alvo.....	50
FIGURA 14 – Fluxograma da Metodologia de Fabricação do Compósito.....	52
FIGURA 15 A – Seleção das Fibras; B – Raspagem das Fibras; C – Corte das Fibras;.....	53
FIGURA 16 – Cálculo para Determinar a Quantidade de Material Vegetal, Resina e Catalizador.....	54
FIGURA 17 A – Pesagem do Material em Balança de Precisão; B – Homogeneização do Material em Recipiente Plástico; C – Depósito do Material no Molde de Vidro;...	55
FIGURA 18 – Painel Semântico dos Conceitos.....	59
FIGURA 19 – Luminária de Teto (Alternativa Escolhida e Alternativa Final).....	67
FIGURA 20 – Luminária de Mesa (Alternativa Escolhida e Alternativa Final).....	68
FIGURA 21 – A - Fotografia da Luminária de Teto e B – Fotografia da Luminária de Mesa.....	68
FIGURA 22 - Análise de Degradação Térmica do Material.....	70
FIGURA 23 - Análise de Degradação do Compósito a 90 °C.....	72
FIGURA 24 - Análise de Degradação do Compósito a 110 °C.....	72

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Impactos Ambientais e seus Efeitos no Meio Ambiente e Saúde Humana.....	15
QUADRO 2 – Características da Resina Poliéster sem Reforço de Fibras.....	24
QUADRO 3 – Grupos de Processos de Fabricação.....	25
QUADRO 4 – Materiais e Processos de Fabricação.....	26
QUADRO 5 – Características do Compósitos Poliméricos.....	28
QUADRO 6 – Luminária Coral (de Teto).....	44
QUADRO 7 – Luminárias Los Luminosos.....	45
QUADRO 8 – Luminárias Babel (de mesa).....	45
QUADRO 9 – Luminária (de mesa).....	45
QUADRO 10 – Luminária Essayage Bordade (de teto).....	46
QUADRO 11 – Luminária Floating Nest (de mesa).....	46
QUADRO 12 – Luminária Jaci (de piso).....	46
QUADRO 13 – Luminária Lumiboo (de mesa).....	47
QUADRO 14 – Luminária Bambu (de mesa).....	47
QUADRO 15 – Luminária Ulu (de teto).....	47
QUADRO 16 – Lista de Verificação do Principal Concorrente.....	48
QUADRO 17 – Requisitos de Projeto das Luminárias.....	51
QUADRO 18 – Resultados dos Ensaios de Processos de Fabricação.....	57
QUADRO 19 – Alternativa 1.....	60
QUADRO 20 – Alternativa 2.....	61
QUADRO 21 – Alternativa 3.....	61
QUADRO 22 – Alternativa 4.....	62
QUADRO 23 – Alternativa 5.....	62
QUADRO 24 – Alternativa 6.....	63
QUADRO 25 – Alternativa 7.....	63
QUADRO 26 – Alternativa 8.....	64
QUADRO 27 – Alternativa 9.....	64
QUADRO 28 – Alternativa 10.....	65
QUADRO 29 – Matriz de Seleção das Alternativas Geradas.....	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 Meio Ambiente (Definição).....	13
2.2 Problemática Ambiental.....	13
2.3 Desenvolvimento Sustentável.....	16
2.4 Design para Sustentabilidade.....	18
2.4.1 Ecodesign.....	21
2.5 Seleção de Materiais e Processos de Fabricação.....	23
2.5.1 Seleção de Materiais.....	23
2.5.2 Processos de Fabricação.....	24
2.6 Compósitos Poliméricos.....	27
2.7 Compósitos com Fibras Naturais.....	29
2.8 Aplicação de Fibras Naturais em Produtos.....	31
2.8.1 Fibra de Pupunheira.....	32
2.9 Especificação para Luminárias.....	36
3. METODOLOGIA.....	38
3.1 Tipo de Estudo.....	38
3.2 Seleção do Compósito.....	38
3.3 Ensaio de Processos de Fabricação nos Compósitos de Resina Poliéster Reforçados com Fibras de Pupunheira.....	39
3.4 Análises de Design.....	41
3.4.1 Análise Diacrônica.....	42
3.4.2 Análise Sincrônica.....	44
3.4.3 Lista de Verificação.....	48
3.5 Público Alvo.....	49
3.5.1 Painel Semântico do Público Alvo.....	50
3.6 Lista de Necessidades.....	50
3.7 Requisitos de Projeto.....	51
3.8 Fabricação dos Compósitos e dos Produtos e Confecção das Luminárias.....	52
3.9 Ensaio de Fotoperíodo.....	55
4. Ensaio Térmico.....	56
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
5.1 Características e Propriedades do Compósito Reforçado com Fibra de Pupunheira.....	57
5.2 Conceituação.....	58
5.3 Geração de Alternativas.....	60
5.4 Matriz de Seleção.....	65
5.5 Desenvolvimento das Alternativas Escolhidas.....	67
5.6 Discussão sobre as Luminárias (Produto Desenvolvido).....	68
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICES.....	82

1. INTRODUÇÃO

A ideia de que os recursos naturais são infinitos e que estão disponíveis ao homem mostra-se equivocada, pois graves acidentes que comprometeram o meio ambiente e a saúde da população são efeitos dessa abordagem. Os principais problemas ambientais são o aquecimento global, ruptura da camada de ozônio, geração excessiva de resíduos sólidos, entre outros.

O termo desenvolvimento sustentável, que deve ser visto como uma mudança de paradigmas, é discutido desde a década de 60, porém Thomas Robert Malthus já previa uma crise na produção de alimentos em 1798, devido ao vertiginoso crescimento populacional (PINHEIRO, 2000). Diversos eventos importantes aconteceram no transcorrer dos anos, mas foi durante a Eco-92 que se observou a importância do Design como uma ponte entre a economia e a ecologia, reduzindo e eliminando padrões insustentáveis no desenvolvimento de produtos e serviços

Um projeto de produto que visa sustentabilidade por meio de sistemas *end-of-pipe* (fim de tubo, sistema que busca tratar os danos ambientais já causados pela produção de um produto), proporciona poucas vantagens, pois se torna um fator de custo e apresenta baixo índice de redução dos impactos ambientais. Com a ampliação dos limites do design novos cenários expandiram-se e teorias como Design Ecoeficiente, Design Social e Ecodesign podem contribuir para sustentabilidade atuando em diversas áreas e fases iniciais do desenvolvimento do produto. O Ecodesign, que é visto como uma das mais poderosas ferramentas do design para sustentabilidade, indica princípios que consideram a degradação ambiental desde o projeto do produto, seleção e utilização dos materiais, processos de fabricação, embalagens, transporte, uso e descarte, buscando alternativas menos agressivas. Quando o designer opta pela utilização de matérias primas provenientes de fonte renovável no desenvolvimento do produto, está adotando uma das diretrizes do Ecodesign.

Os materiais compósitos são a combinação de dois ou mais materiais que visam alcançar propriedades e características superiores. Nos últimos anos houve um grande interesse mundial na aplicação de fibras naturais em compósitos sendo utilizado em vários segmentos de mercado, como: transporte automotivo, ferroviário,

marítimo e aéreo, construção civil, entre outros. Os compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais são materiais que viabilizam o desenvolvimento de produtos que buscam reduzir as agressões ao meio ambiente.

A abundância de fibras vegetais disponíveis na biodiversidade brasileira favorece a fabricação desses compósitos. Em Joinville - SC, a cultura das palmeiras real e pupunha são destaque. Para este trabalho selecionou-se as fibras de pupunheira, pois: contribuem para diminuição dos resíduos sólidos, podem tornar-se uma alternativa de renda para os pequenos produtores da região, são provenientes de fontes renováveis e compreendidas como importantes para o desenvolvimento sustentável, apresentam baixo custo, capacidade de reciclagem e não oferecem riscos à saúde humana.

A aplicação de fibras de pupunheira em compósitos poliméricos é recente, os primeiros trabalhos datam de 2007 (SANTOS *et al.*, 2007). Os estudos baseiam-se tanto na aplicação de diferentes partes da pupunheira como reforço ou carga em compósitos tendo como matriz resinas termofixas principalmente a poliéster quanto nos efeitos das formas de distribuição dessas fibras vegetais na matriz (FARIAS *et al.*, 2008).

As propriedades mecânicas e de usabilidade observadas para os compósitos cujas fibras de pupunheira eram longas e tramadas bidimensionalmente alinhadas à qualidade estética do material permitiram desenvolver produtos na linha de decoração, como uma pia para lavado (BARAUNA *et al.*, 2011), detalhes em um mobiliário de sala de jantar (CLIMACO e SILVA, 2010) e contribuíram para a escolha de luminárias como produtos a serem desenvolvidos.

Dentre os desafios na aplicação desses compósitos em produtos de decoração estava a exploração da translucidez em virtude da presença das fibras bem como a estabilidade do material frente à exposição a uma fonte de luz próxima, a qual representa radiação e calor. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo:

- desenvolver luminárias a partir de compósitos de resina poliéster e fibra de pupunheira distribuídas aleatoriamente na matriz que apresentassem design diferenciado e utilizassem as diretrizes de ecodesign.

Para apresentar o estudo, a estrutura da dissertação foi dividida em quatro capítulos. O primeiro constituiu a introdução, na qual é descrita a contextualização do trabalho, a justificativa e os objetivos da dissertação; no segundo capítulo,

apresenta-se a revisão bibliográfica sobre Meio Ambiente, Problemática Ambiental, Desenvolvimento Sustentável, Design para Sustentabilidade e Ecodesign. Ainda, no mesmo capítulo, relacionam-se alguns conceitos relativos a Seleção de Materiais e Processos de Fabricação, Compósitos Poliméricos, Compósitos Poliméricos com Fibras Naturais, Aplicação das Fibras Naturais em Produtos e Fibras de Pupunheira; o terceiro capítulo é dedicado à descrição metodológica adotada para esta dissertação; os resultados alcançados estão apresentados no quarto capítulo, o quinto e último capítulo descreve as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Meio Ambiente (Definição)

O meio ambiente pode ser definido como um conjunto de elementos bióticos (organismos vivos) e abióticos (energia solar, solo, água e ar) que integram a camada da Terra chamada biosfera. A atmosfera, que é uma mistura gasosa de nitrogênio, oxigênio, hidrogênio, dióxido de carbono, vapor de água e outros elementos, protege a Terra, sem essa massa de ar não existiria vida no planeta. A atmosfera ameniza os efeitos dos raios solares, contribui para manter a temperatura terrestre, impede que nosso planeta seja atingido por meteoritos, fornece gás carbônico para a fotossíntese dos vegetais e oxigênio para respiração dos seres vivos. O solo é uma cobertura de matéria que sustenta a vida terrestre, a água 97% encontram-se nos oceanos, 2% em forma de gelo e o 1 % restante é a água doce dos rios, lagos, águas subterrâneas, umidade atmosférica e do solo. Os seres vivos, inclusive o homem, dependem de todos os elementos do meio ambiente (MERICCO, 2002).

2.2 Problemática Ambiental

Os problemas ambientais atuais são consequências das atividades humanas aliadas a alguns fatores como: o crescimento populacional desordenado, as buscas incessantes por desenvolvimento, o consumo excessivo, a busca pelo alto padrão de conforto, os limites da biosfera entre outros que desencadearam desequilíbrios danosos ao meio ambiente e a saúde das pessoas. O ambiente tem capacidade para absorver, sem danos duradouros, um certo nível de impactos ambientais, mas é evidente que as atividades humanas hoje ultrapassam esse patamar (ex: acidentes ambientais) e diminuem a qualidade do mundo que vivemos agora e ameaçam o bem-estar de gerações futuras (ASHBY e KARA, 2011).

No século passado vários acidentes ocorreram em diferentes lugares do mundo. Em 1984 em Bhopal, Índia o vazamento de gás tóxico foi o pior desastre industrial da história, pelo menos 27 mil pessoas morreram. Na Usina Nuclear de Chernobyl, Ucrânia em 1986 um acidente produziu uma nuvem de radioatividade 400 vezes mais contaminante que a bomba lançada sobre Hiroshima, mais de 50 mil casos de cânceres acometeram pessoas expostas à radioatividade. Em 1989, o navio tanque Exxon Valdez, ao desviar de um iceberg, bateu em um recife na costa do Alasca, o derramamento de petróleo, cerca de 44 milhões de litros, imergiu em óleo praticamente toda a fauna da região (GREENPEACE, 2012).

Recentemente, em 2010, uma explosão na plataforma de petróleo no Golfo do México provocou a morte de 11 pessoas e lançou ao mar mais de 4 milhões de barris de óleo, sendo esse o pior desastre ambiental da história dos Estados Unidos. No Japão, o terremoto e ondas gigantes que assolaram o país em 2011 causaram a mais grave catástrofe nuclear desde Chernobyl. Houve comprometimento no sistema de refrigeração dos reatores da usina nuclear de Fukushima, o que acarretou em incêndios e explosões (VEJA, 2011). Na Bacia de Santos, Brasil, no pré-sal um rompimento na coluna de produção de um navio plataforma ocasionou um derramamento de cerca de 160 barris de petróleo (G1, 2012, *web*).

Com esses acontecimentos os efeitos ambientais se intensificaram e se tornaram mais evidentes atentando para a formação de uma mentalidade que posicionasse o ser humano como parte integrante e dependente dos recursos do planeta. O reconhecimento dos limites da Terra, planejamento e desenvolvimento um modelo de crescimento econômico que leve em conta a natureza contribuem para que se possa ao menos diminuir o ritmo da degradação (FERNANDES e ARMELLINI, 2004 e WWF, 2012)

Segundo Ashby e Kara (2011) “A uma taxa global de crescimento de 3% ao ano, extrairemos, processaremos e descartaremos mais coisas nos próximos 25 anos do que em toda história da civilização humana.” Os estudiosos mais otimistas preveem situações ambientais catastróficas para os próximos anos. Alguns efeitos ambientais que estarão em evidência entre 2020 e 2030 serão: escassez dos recursos naturais (ex: água potável, florestas), destinos dos resíduos sólidos industriais, em virtude da saturação dos aterros sanitários, poluição da atmosfera, extinção da fauna e de determinadas espécies que podem causar um desequilíbrio

da cadeia alimentar acarretando em problemas como superpopulação de uma espécie, entre outros (SALATI, 2006).

A Terra não deve ser vista como um “capital natural” disponível para o uso humano. Os recursos naturais são finitos e a biosfera já está mostrando seus limites, exemplos para isso não faltam: derretimento acelerado das geleiras que contribui para o aquecimento global, ruptura da camada de ozônio, poluição do ar, água, mares e solo, escassez da água potável, extinção de espécies e como resultado a redução da qualidade de vida e saúde das pessoas (MÉRICO, 2002).

A tomada de consciência não é difícil, pois, para se ter a vida nos padrões europeus necessitar-se-ia de dois planetas e meio para satisfazer as necessidades da população já nos padrões americanos seriam necessários cinco planetas (KAZAZIAN, 2005). Os impactos ambientais causam efeitos no meio ambiente e na saúde humana, essas informações estão descritas no Quadro 1.

<i>Impactos Ambientais</i>	<i>Efeitos</i>
Aquecimento Global	*derretimento da calota polar; *aumento do nível do mar; *inundações das regiões costeiras;
Ruptura da Camada de Ozônio	*danos a fauna e flora; *aumento do risco de câncer de pele; *enfraquecimento do sistema imunológico;
Poluição	*irritação respiratória; *efeitos tóxicos em plantas;
Emissões Tóxicas	*câncer do tecido conjuntivo provocado por dioxina (TCDD); *danos neurológicos irreversíveis que podem ser causados a partir de uma intoxicação por chumbo (saturnismo);
Acúmulo de Lixo	*poluição do solo e lençóis freáticos; *mau cheiro e risco de explosão em aterros sanitários; *redução de espaços livres por conta da aterragem;

QUADRO 1 – Impactos Ambientais e seus Efeitos no Meio Ambiente e Saúde Humana
Fonte: (VEZZOLI, 2010)

Os impactos ambientais apontados no Quadro 1 são consequências de atitudes humanas, por exemplo: a super produção de bens, que tem como objetivo a fabricação de produtos em grande escala. Como consequência do processo produtivo industrial surge os problemas ambientais, que podem ser decorrentes tanto da extração inadequada de recursos da natureza (matéria-prima, energia, alimentos) que tendem ao esgotamento, como da poluição do meio ambiente proporcionada pela geração excessiva de resíduos (KAZAZIAN, 2005). Como

resposta aos problemas ambientais surge o termo desenvolvimento sustentável que se tornou um dos maiores desafios da humanidade no século XXI.

2.3 Desenvolvimento Sustentável

Um dos objetivos do desenvolvimento sustentável é conciliar crescimento econômico com preservação do meio ambiente, trazendo melhorias em condições sociais de comunidades (KAZAZIAN, 2005). Existem várias definições para o termo “desenvolvimento sustentável”, porém, segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (*apud* FUNDEP 2010, web) a teoria mais aceita explica que o desenvolvimento sustentável utiliza os recursos naturais e sociais sem esgotá-los, não compromete os ecossistemas compositores do meio ambiente, permitindo que cidades se desenvolvam sem comprometer o desenvolvimento de futuras gerações.

Nas interconectadas dimensões ambientais, sociais, econômicas e políticas é possível definir o desenvolvimento sustentável de forma esquemática (VEZZOLI, 2010). A Figura 1 representa essa interação.

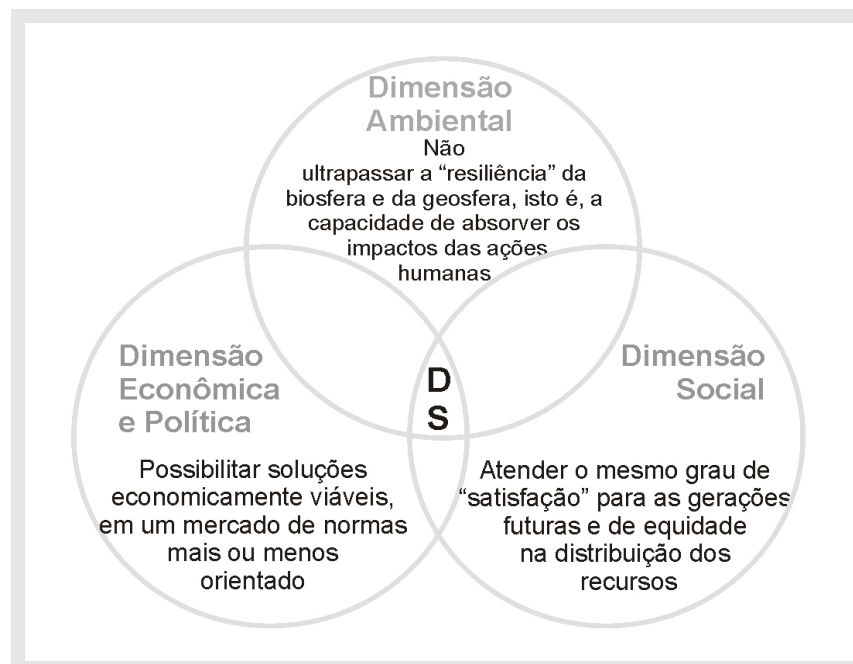


FIGURA 1 – Dimensões Ambientais, Sociais, Econômicas e Políticas do Desenvolvimento Sustentável
Fonte: (VEZZOLI, 2010)

Apesar de o termo desenvolvimento sustentável estar sendo constantemente citado na mídia a questão já havia sido estudada por Malthus em 1798, como apresenta a linha do tempo a seguir que evidencia alguns fatos importantes relacionados ao desenvolvimento sustentável (PINHEIRO, 2000).

- 1798: Thomas Robert Malthus observou o crescimento populacional e estimou uma crise na produção de alimentos;
- 1864: George Perkins Marsh publica o livro *Man and Nature*;
- 1948: IUCN União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2012);
- 1964: Conferência Intergovernamental pelo Uso Racional e Conservação das Biosfera da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) conceito de desenvolvimento sustentável foi abordado pela primeira vez. No entanto, o termo sustentabilidade ambiental só foi introduzido no debate internacional, pelo documento da Comissão Mundial pelo Desenvolvimento e Meio Ambiente (WCED) em 1987 (MANZINI e VEZZOLI, 2005).
- 1971: Surge o *Greenpeace* (Organização não governamental que atua em questões relacionadas a preservação ambiental e desenvolvimento sustentável (GREENPEACE, 2012);
- 1972: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente; Criação do PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e da CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento;
- 1987: Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações, nesse relatório chamado de *Our Common Future* foi apresentada a primeira definição de desenvolvimento sustentável: “um desenvolvimento que visa atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender suas próprias necessidades” (VEZZOLI, 2010);
- 1990: *A Caring for the Earth: A strategy for Sustainable Living* – publicação para a *World Conservation Union* (IUCN), feita pelo Programa Ambiental das Nações Unidas e a *World Wide Fund For Nature* (WWF) (VEZZOLI, 2010);
- 1992: Conferência das Nações Unidas pelo Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), ou Eco-92, que aconteceu em 1992 no Rio de

Janeiro, tornando-se referência do Quinto Plano de Ação da União Europeia para o Ambiente, (SANTOS, 2007). Criação da Agenda 21.

- 1994: O desenvolvimento e a sustentabilidade ambiental constituem-se em uma referência fundamental no 5º Programa de Ação Ambiental da Comissão Europeia (VEZZOLI, 2010);
- 1997: Assinatura do Protocolo de Quioto que é um tratado que estipula reduções obrigatórias de emissões causadoras do efeito estufa. O documento foi ratificado por 168 países. Os Estados Unidos, maiores emissores mundiais e a Austrália não fazem parte do Protocolo de Quioto (WWF, 2012);
- 2002: Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio + 10;
- 2007: Conferência Internacional sobre a Governança Ecológica Mundial em Paris;
- 2009: Conferência Marco das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas em Copenhague.

Durante a Eco 92 evidenciou-se a importância do design como elemento de redução e eliminação de padrões insustentáveis de produção, pois o design é a atividade responsável pela criação e especificação de produtos e serviços. Além disso, o design também pode favorecer o consumo sustentável pois também trabalha ligado à comunicação e ao marketing especialmente o design gráfico (SAMPAIO, 2008).

2.4 Design para Sustentabilidade

Após o surgimento da questão ambiental, ações voltaram-se para o tratamento de resíduos e efluentes gerados pela indústria, os sistemas *end-of-pipe* e de Prevenção da Poluição (PP ou P2) que apresentam poucas vantagens pois não agregam valor ao produto, tornam-se fator de custo, muitas vezes a redução no impacto ambiental é mínima e funciona mais como transferência dos resíduos de um lugar para outro (SAMPAIO, 2008). A partir disso, os esforços e as pesquisas

focaram na inovação e no design com o intuito de diminuir sistemas, serviços, produtos e comportamentos insustentáveis.

O design pode atuar para a sustentabilidade em quatro níveis principais: (MANZINI e VEZZOLI, 2008), como apresenta a Figura 2. O **redesign ambiental de produtos** é a abordagem mais utilizada hoje, buscando lapidá-los para gerar mais competitividade, inovação e diferenciação diante dos concorrentes, no entanto, no âmbito da sustentabilidade, essa abordagem pode ser utilizada para propor novos materiais, facilitar o transporte, minimizar as embalagens, facilitar a desmontagem, reciclagem e/ou reuso, propondo alternativas menos agressivas ao meio ambiente.

O **design de novos produtos** considerando como certa a necessidade de uma boa prestação de serviço, e de uso dos produtos, trata-se de individualizar aqueles que oferecem os serviços ecologicamente mais favoráveis em relação aos demais. Deve-se considerar a dificuldade em inserir produtos e serviços ecologicamente aceitáveis no âmbito de um quadro cultural e comportamental que continua dominado por expectativas e valores diferentes.

Design de novos produtos-serviços trata-se de uma mistura de produtos-serviços que sejam socialmente apreciáveis e radicalmente favoráveis ao meio ambiente, de modo a superar a inércia cultural e comportamental dos consumidores. A proposta de **novos cenários** correspondem a novos estilos de vida sustentáveis, desenvolvendo atividades no plano cultural que tendam a promover novos critérios de qualidade ambiental.

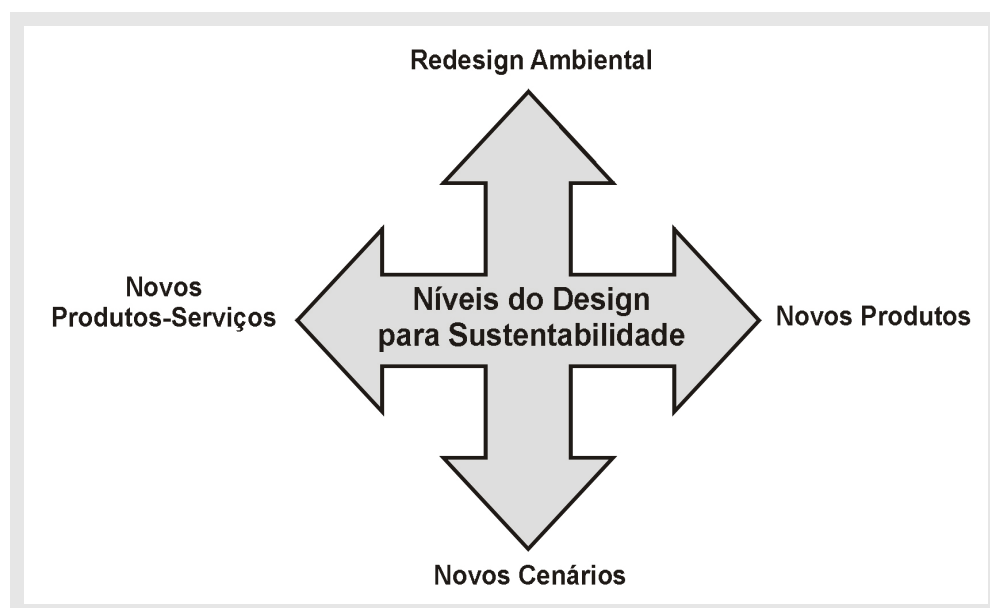


FIGURA 2 – Níveis do Design para Sustentabilidade
Fonte: Manzini e Vezzoli (2008)

Ao longo dos anos houve um processo de ampliação dos limites do design para a sustentabilidade que podem ser organizados em quatro dimensões: (1) seleção de recursos de baixo impacto ambiental; (2) design de produtos com baixo impacto ambiental; (3) design de sistemas para a ecoeficiência; (4) design para equidade e coesão social (VEZZOLI, 2008), sendo descritos a seguir.

1) Seleção de Recursos com Baixo Impacto Ambiental: este primeiro nível trata dos materiais, fontes de energia e tratamento de materiais tóxicos e nocivos; criação de normatizações e leis que são constantemente acrescentadas e atualizadas; materiais naturais como opção mais renovável e mais biodegradável; reciclagem; biodegradabilidade e recursos renováveis.

2) Design de Produtos com Baixo Impacto Ambiental: o *Design for Environment, Green Design, Ecological Design* ou *Ecodesign*, surge do encontro entre a atividade de projetar e o meio ambiente, engloba todas as atividades necessárias para produzir os materiais do produto, o próprio produto, o transporte e logística, o uso e descarte.

3) Design de Sistemas para a Ecoeficiência: consiste em uma mistura integrada de produtos e serviços que em conjunto levem a satisfação de uma dada demanda de bem-estar; sistema de produto e serviço (PSS). Exemplo: para conseguir a satisfação de obter roupas limpas não é necessário apenas dispor de máquina de lavar, mas também usar sabão em pó, água e eletricidade (e os serviços que as fornecem), realizar manutenção, reparar, além de serviços de descarte (ex: tratamento do esgoto).

4) Design para Equidade e Coesão Social: propõe que todas as pessoas, em uma distribuição justa de recursos, tenham direito ao mesmo espaço ambiental, ou seja, a níveis equivalentes de satisfação, oportunidades e disponibilidade de recursos naturais globais (VEZZOLI, 2008). O design social consiste em desenvolver produtos que atendam as necessidades de cidadãos menos favorecidos, social, cultural e economicamente assim como algumas populações como pessoas de baixa renda ou com necessidades especiais, devido a saúde, idade ou inaptidão. Deve ser socialmente benéfico e economicamente viável (PAZMINO, 2007).

Segundo Lewis e Gertsakis (2001) é no processo de planejamento que há maior potencial de ação para a redução de impacto ambiental, tanto na geração de resíduos e emissões, quanto no consumo de matérias primas, de energia e água,

sendo o *Design For Environment* ou Ecodesign uma das mais poderosas ferramentas para o desenvolvimento de produtos sustentáveis.(PAZMINO, 2007)

2.4.1 Ecodesign

O ecodesign é um método de desenvolvimento de produtos que objetiva a redução do impacto ambiental e usa a criatividade para gerar produtos e processos mais eficientes sob o ponto de vista da sustentabilidade (KARLSSON e LUTTROPP, 2006). A ideia do ecodesign surgiu na década de 90, quando a indústria eletrônica dos Estados Unidos procurava minimizar o impacto no meio ambiente decorrente de sua atividade, desde então, o nível de interesse pelo assunto cresceu e os termos ecodesign e *Design for Environment* passaram a ser mencionados em programas de gestão ambiental (BORCHARDT, 2007).

A definição de ecodesign foi dada por Victor Papanek, professor e designer pioneiro na questão ambiental. Em 1995 Papanek publicou "*Green Imperative*" um livro que faz o designer se questionar sobre qual o impacto ambiental e social do seu trabalho. Para Papanek, o designer é diretamente responsável pelo impacto ambiental dos produtos projetados .

Os designers buscam relacionar os consumidores aos produtos de forma emocional, visto que a maioria dos produtos é adquirida pelos consumidores por impulso emocional. Entretanto, os designers conscientes estão cada vez mais adotando a filosofia do ecodesign, relacionando design e ecologia como uma ferramenta esperançosa. O ecodesign não é artesanato produzido a partir de sucata ou da reciclagem de materiais, mas a introdução de aspectos ecológicos ao desenvolvimento de produtos (PAZMINO, 2007). Para Venzle (2002), ecodesign é uma técnica de projeto de produtos em que objetivos tradicionais, tais como desempenho, custo de manufatura e confiabilidade, surgem conjuntamente com objetivos ambientais, tais como redução de riscos ambientais, redução do uso de recursos naturais, aumento da eficiência energética e da reciclagem.

Para o designer, o desafio atualmente é alinhar a busca pela inovação, a satisfação das necessidades dos usuários de produtos e as questões voltadas aos cuidados com o meio ambiente. No entanto, esse fator também pode ser visto como

uma oportunidade de inovação e inserção de novos conceitos de produtos ecologicamente corretos (PAPANÉK, 1995).

O princípio do ecodesign consiste basicamente em desenvolver produtos economicamente viáveis e ecologicamente corretos, sendo um processo que tem por consequência tornar a economia mais leve. Os produtos leves são aqueles cuja concepção foi elaborada de forma sustentável. Porém, é preciso considerar que não existe um produto ecológico, pois qualquer produto oferecerá algum impacto ambiental, talvez uns causem mais danos que outros, mas os danos sempre existirão (KAZAZIAN, 2005).

O desenvolvimento de um produto que respeita os princípios do ecodesign considera seu impacto no ambiente por meio da correta utilização e seleção dos materiais e processos de fabricação, transporte, armazenagem, embalagem, uso, (ex: utilização de recursos como energia, água), visa facilitar a desmontagem, reciclagem, reuso e descarte, ou seja, compreende etapas que vão desde a retirada, no meio ambiente, das matérias-primas (berço) até a disposição do produto final (túmulo) (LJUNGBERG, 2005). Kindlein Junior *et al.*, (2004), Venzke, (2002) e Manzini e Vezzoli (2008) relataram algumas diretrizes para a concepção de produtos que visem menor impacto ao meio. Dentre esses destacam-se:

- produtos que poupem ao máximo o uso da água, ar, espaço e energia;
- usar materiais reciclados, em separado ou junto com materiais virgens;
- usar materiais não prejudiciais (danosos, perigosos);
- produtos que sejam duráveis ao invés de descartáveis;
- produtos que evitem qualquer tipo de poluição;
- produtos multifuncionais;
- simplificar produtos (formas simples, linhas retas, modularizados);
- evitar dimensionamentos excessivos;
- minimizar o número de fixações;
- minimizar o peso dos produtos que devem ser movidos;
- converter os componentes em reposições ou retil;
- tornar desmontáveis principalmente as partes ou os materiais de maior valor econômico;
- escolher materiais duráveis considerando as serventias e a vida útil do produto;

- eliminar embalagens ou projetar embalagens recicláveis ou reutilizáveis;
- recuperação de embalagens;
- quando possível, usar somente um tipo de material em um produto ou em um subconjunto de produtos, isto é aplicar a estratégia do monomaterial;

O ecodesign mostra-se necessário e útil para a questão ecológica, porém sabe-se que seu papel isolado não é suficiente para atingir a sustentabilidade ambiental, esforços e investimentos em serviços, sistemas e comportamentos (educação ambiental) contribuem para elevar os níveis de sustentabilidade (MANZINI E VEZZOLI, 2008). Para atender ao menos alguns dos princípios do ecodesign, é necessária a aplicação de uma metodologia de seleção materiais e processos de fabricação que permitam alcançar essas diretrizes.

2.5 Seleção de Materiais e Processos de Fabricação

2.5.1 Seleção de Materiais

A história da espécie humana sempre esteve ligada a capacidade do homem em descobrir, explorar, produzir e selecionar materiais para suprir suas necessidades, esse fato pode ser comprovado pela maneira como se denomina as eras ao longo da história.

Segundo Silva (1994)

“Nós denominamos as Civilizações pelos principais materiais que elas utilizam: a Era da Pedra, Era do Bronze, Era do Ferro. Uma civilização é tanto desenvolvida quanto limitada pelos materiais de que dispõe. Hoje o homem vive na fronteira entre a Era do Ferro e a Era dos Novos Materiais.”
Sir George Paget Thompson Premio Nobel de Física de 1937.

A existência dos produtos depende de material para constituir-lo e de processos de fabricação para dar-lhe forma. Materiais são substâncias com propriedades que as tornam úteis em máquinas, estruturas, dispositivos e produtos. A seleção de materiais para design são descritos em quatro métodos de acordo com a metodologia de Ashby e Kara (2011).

Seleção por Análise: raciocínio dedutivo que utiliza os insumos especificados com precisão, os métodos do projeto bem estabelecidos e banco de dados de materiais e seus atributos.

Seleção por Síntese: raciocínio indutivo que aproveita experiência anterior, banco de dados de “casos” de produtos, é sistemático, baseia-se na prática de investigar aspectos semânticos em produtos já existentes no mercado.

Seleção por Similaridade: que busca materiais cujos atributos selecionados combinam com os de um material existente.

Seleção por Inspiração: que procura ideias por meio do exame aleatório de imagens de produtos ou materiais.

A seleção de materiais para design requer um bom entendimento das propriedades requeridas na aplicação envolvida. A matriz do compósito desenvolvido é a resina poliéster, o Quadro 2 apresenta algumas características desse material sem reforço de fibras.

Vantagens	Propriedades Físicas e Químicas	Aplicações	Processos de Fabricação
Baixo custo, processamento fácil, baixo peso	Resistência a intempéries, a impactos, elevada dureza, boa estabilidade dimensional	Carrocerias de automóveis, carenagem de motocicletas, casco de embarcações, materiais esportivos, placas de sinalização, telefones públicos, etc	Laminação manual, moldagem por compressão, pultrusão, injeção, polimento, perfuração, corte, etc

QUADRO 2 – Características da Resina Poliéster sem Reforço de Fibras
Fonte: Lesko (2004)

2.5.2 Processos de Fabricação

Os processos de fabricação propiciam a transformação do material em um produto ou componente, em termos gerais pode-se considerar que existem quatro grandes grupos de processos, são eles: conformação, melhoria, separação e união (Lima, 2006). O Quadro 3 abaixo ilustra os grupos de processos.

GRUPOS DE PROCESSOS			
<i>CONFORMAÇÃO</i>	<i>MELHORIA</i>	<i>SEPARAÇÃO</i>	<i>UNIÃO</i>
Estado Líquido	Moldados	Corte de Laminados	Térmica
Estado Plástico	Abrasivo	Usinagem	Adesão
Estado Sólido	Pintura Revestimento	Chama, Laser	Mecânica

QUADRO 3 – Grupos de Processos de Fabricação
 Fonte: Lima (2006)

A conformação é um tipo de esforço na matéria prima, em estado líquido, sólido ou plástico, com ou sem calor, que altera sua geometria inicial em outra diferente. A melhoria ou acabamento consiste em aprimorar o aspecto final visual e/ou tátil de uma peça ou produto, também pode servir para proteger o material, (ex: quando empregamos vernizes sobre a madeira). No processo de separação há a subtração de parte da matéria prima aquecida ou não. A classe de processo que envolve união implica em juntar, fixar duas ou mais partes para obtenção de componentes, conjuntos ou produto final (LIMA, 2006). O Quadro 4 a seguir apresenta os materiais e processos de fabricação.

MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO				
X	Metais	Cerâmicas/Vidros	Madeira	Polímeros
Conformação Estado Líquido	Fundição	Colagem/Fundição, Laminação e Repuxo	-	Injeção, Rotomoldagem, Calandragem, Extrusão, Transferência e Pultrusão
Conformação Estado Plástico	Forjamento, Extrusão e Calandragem	Extrusão, Prensagem, Sopro e Prensagem	-	<i>Vacuumforming</i>
Conformação Estado Sólido	Calandragem, Conformação, Forja, Repuxo, Trefilação e Sinterização (Pó)	Compressão (Pó)	Prensagem	Compressão
Melhoria Pintura Revestimento	Pintura tinta líquida, Pintura em pó, Filme e Esmaltação	Vitrificação e Pintura tinta Líquida	Pintura tinta Líquida e Verniz	Hot Stamping, Flexografia, Offset, Silk Screen, Pintura, Metalização a Vácuo
Melhoria Abrasivo	Jateamento de Areia, Perfuração, Polimento e Escovamento	Polímero e Esmerilhamento	-	-
Melhoria Moldado	Texturização e Gravação	-	-	Texturização e Gravação
Separação Corte de Laminados	Estamparia de Corte, Guilhotina e Serra	Corte Diamante	Serraria	Serraria e Guilhotina
Separação Usinagem	Fresagem, Furação, Rosca (Abert.), Química, Eletroerosão, Torneamento e Hidrocorte	Rebarbamento e Furação	Fresagem, Furação, Tupia e Torneamento	-
Separação Chama Laser	Oxiacetileno e Plasma	Corte Chama	-	Resistência
União Térmica	Solda (Gás, arco...)	Solda	-	Resistência e Solda
União Adesão	Colas e Adesivos (Fitas)	Colas	Colas e Adesivos (Fitas)	Colas e Adesivos (Fitas)
União Mecânica	Parafusos, Rebites, Cavilhas, Pinos e Estamparia	Parafusos e Cavilhas	Parafusos, Rebites e Cavilhas	Parafusos, Rebites e Pinos

QUADRO 4 – Materiais e Processos de Fabricação
Fonte: Lima (2006)

Dentre os materiais que permitem a aplicação de alguns processos descritos no Quadro 4 estão os compósitos em matriz polimérica.

2.6 Compósitos Poliméricos

Compósito é um material resultante da combinação de dois ou mais materiais distintos, de modo a alcançar propriedades e características superiores. Podem ser cerâmicos, metálicos ou poliméricos. Os compósitos poliméricos consistem de uma resina polimérica como matriz, e o reforço são usualmente fibras que podem ser curtas, longas, contínuas, descontínuas, etc (ABMACO, 2010, web). O primeiro dos compósitos de fibras moderno foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial como um material leve com alta resistência e rigidez (Ashby e Johnson, 2011).

A função do reforço é fornecer resistência ao material, por exemplo, as barras de ferro numa viga de concreto. Quando o comprimento da fibra é muito pequeno ou em forma de pó, as fibras deixam de atuar como reforço e fazem o papel de carga (LEÃO, 2007). As matrizes poliméricas podem ser constituídas de termofixos, termoplásticos ou elastômeros. Em compósitos avançados a maioria das matrizes poliméricas é à base de resinas termofixas, destacando-se as resinas epóxi e poliéster (ABMACO, 2009, web).

Os materiais compósitos classificam-se em três divisões principais: reforçados com partículas, os reforçados com fibras e os estruturais. Nos compósitos reforçados com partículas a fase dispersa tem eixos iguais, em que as dimensões das partículas são aproximadamente as mesmas em todas as direções, nos compósitos reforçados com fibras, a fase dispersa apresenta a geometria de uma fibra e os compósitos estruturais são combinações de compósitos e materiais homogêneos. Dessas três divisões apresentadas, os compósitos reforçados com fibras apresentam maior potencial para eficiência de reforço (CALLISTER, 2002 e SATYANARAYANA *et al.*, 2007).

Os compósitos reforçados com fibras são classificados de acordo com o seu comprimento. As características mecânicas de um compósito reforçado com fibra não dependem somente das propriedades da fibra, mas também do grau segundo o qual uma carga aplicada é transmitida para as fibras pela matriz assim existe um comprimento crítico da fibra para que haja um aumento eficaz da resistência e fortalecimento do compósito (CALLISTER, 2002).

Os reforços para matriz polimérica geralmente são fibra de vidro, aramida ou fibra de carbono dependendo da aplicação final (ABMACO, 2009, web). No entanto,

explica Santos (2007), a fibra de vidro, responsável por quase 90% dos reforços em resinas termofixas, gera resíduos sólidos de difícil reaproveitamento, considerados tóxicos às pessoas que entram em contato direto com esse material.

As propriedades dos compósitos podem ser caracterizadas como uma função das propriedades das fases constituintes, das suas quantidades relativas, bem como da geometria da fase dispersa (CALLISTER, 2002). O Quadro 5 mostra as características dos compósitos poliméricos.

Características dos Compósitos Poliméricos	
Leveza e Facilidade de Transporte	Produtos fabricados a partir de compósitos apresentam baixo peso, sendo amplamente utilizados nos setores aeronáutico, naval, automobilístico e outros.
Resistência Química	Permite sua utilização em uma ampla gama de ambientes quimicamente agressivos, além dos aditivos especiais e resinas específicas que estão à disposição para aplicações que requeiram propriedades além das usuais.
Resistência à Intempéries	Umidade, vento, sol e oscilações térmicas têm baixa ação prejudicial sobre os compósitos.
Flexibilidade Arquitetônica	Moldes com formas complexas são facilmente adaptáveis aos processos em utilização.
Durabilidade	O compósito, devido à sua composição e reticulação polimérica formada durante o processo de moldagem, apresenta como característica uma alta durabilidade.
Fácil Manutenção	Possibilitam reparos e manutenção através de técnicas simples.
Resistência Mecânica	Apresentam excelente resistência mecânica que possibilita aplicação em peças de grande porte.

QUADRO 5 – Características dos Compósitos Poliméricos
Fonte: Abmaco (2010, web)

Estas características permitem que o material seja utilizado como matéria prima em diversos segmentos de mercado, como: transporte automotivo, ferroviário, marítimo e aéreo, construção civil, eletro eletrônico, lazer, entre outros (ABMACO, 2009, web). O arranjo das fibras também é crucial em relação às características do compósito. Esta orientação pode ser de alinhamento paralelo do eixo longitudinal das fibras em uma única direção e de um alinhamento totalmente aleatório. Como apresenta a Figura 3. Porém, a melhor combinação geral das propriedades dos compósitos é obtida quando a distribuição das fibras é uniforme (CALLISTER, 2002).

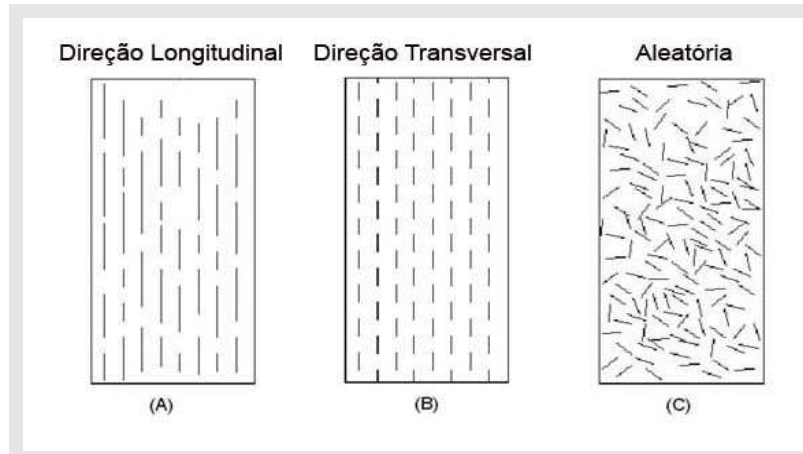


FIGURA 3 – Representações esquemáticas de compósitos reforçados com fibras (A) contínuas e alinhadas, (B) descontínuas e alinhadas e (C) descontínuas e aleatoriamente orientadas
Fonte: Callister (2002)

Embora a aplicação de fibras de origem natural em compósitos date de períodos remotos (por volta de 300 – 200 a.C.) registra-se, nas últimas duas décadas, um movimento mundial em aplicar essas fibras em matrizes poliméricas para o desenvolvimento de compósitos (SATYANARAYANA *et al.*, 2007).

2.7 Compósitos com Fibras Naturais

A aplicação de compósitos com fibras vegetais como reforço já está bem estabelecida e destaca-se em alguns setores como o de peças automotivas (SILVA *et al.*, 2009), materiais para a construção civil, mobiliário, portas e janelas e indústria de embalagens rígidas (MOHANTY *et al.*, 2005). A Figura 4 A apresenta produtos desenvolvidos a partir de compósitos de resina termoplástica e fibra de sisal e a Figura 4 B apresenta produtos desenvolvidos a partir de um compósito de resina termoplástica (polipropileno ou polietileno) e fibras naturais, denominado Wood Plastic Composite, que é desenvolvido por uma empresa de Caçador – SC.



FIGURA 4 - A – Produtos Desenvolvidos a partir de Compósitos de Resina Termoplástica e Fibra de Sisal - B - Produtos Desenvolvidos a partir de Compósitos de Resina Termoplástica e Fibras Naturais (*Wood Plastic Composite*)

Fonte: Leão (2007) e Ekoplus (2012, web)

Dentre os motivos para esse interesse estão: a origem, ou seja, de fontes consideradas renováveis; a necessidade econômica de buscar alternativas para fibras sintéticas (RAO *et al.*, 2010) e a preocupação com a destinação dos resíduos pós-consumo, pois há problemas de disposição final em virtude do volume gerado, além de apresentar baixa biodegradação (SATYANARAYANA *et al.*, 2007).

A origem dessas fibras está vinculada às áreas rurais provenientes, em sua maioria, de resíduos da agricultura. Embora haja exemplos de cultivos de plantas com o objetivo de gerar fibras, como é o caso do Curauá e da Piaçava. De qualquer modo, o Brasil está na vanguarda em pesquisas com aplicação de fibras vegetais em compósitos poliméricos (SATYANARAYANA *et al.*, 2007). Esse fato pode ser representado tanto pelo número de grupos que atuam com a aplicação de fibras de origem vegetal, quanto pela variedade de espécies estudadas. Dentre essas destacam-se, o Curauá (*Ananas erectifolius*), Sisal (*Agave sisalana*), Juta (*Corchorus olitorius L.*), bagaço de cana de açúcar (*Saccharum officinarum L.*), Côco (*Cocos nucifera L.*), que são aplicadas com carga tanto em resinas termofixas quanto termoplásticas (MANO, *et al.*, 2010; SANTOS, *et al.*, 2009; AMICO, *et al.*, 2010; VIEIRA, *et al.*, 2009; CAVALCANTI, *et al.*, 2010).

2.8 Aplicação de Fibras Naturais em Produtos

Nos últimos anos um grande interesse mundial tem surgido pelo desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a utilização de produtos com menor impacto ambiental. Dentre as pesquisas nesta área, vem crescendo e ganhando destaque as tecnologias que buscam aplicação para modificadores naturais, principalmente quanto à utilização de fibras naturais (MARINELLI *et al.*, 2008).

Segundo Manzini e Vezzoli (2005 p. 158)

A Universidade de Ain Shams, no Egito, projetou dois móveis cujo material foi obtido das nervuras centrais das folhas de palmeira. A consistência dessa parte é muito próxima à da madeira. Esses materiais são altamente renováveis, porque sua reprodução é anual (são muito mais renováveis do que a madeira). Por outro lado, resolve-se o problema de aproveitamento das folhas de palmeiras cultivadas pela agroindústria, pois as folhas mais baixas das árvores secam e devem ser cortadas uma vez ao ano.

As fibras naturais são aquelas encontradas na natureza e utilizadas *in natura* ou após beneficiamento. Podem ser de origem animal, vegetal ou mineral. A biodiversidade das plantas brasileiras favorece a utilização de fibras naturais de origem vegetal, por ser uma fonte de recurso renovável (MARINELLI *et al.*, 2008).

As vantagens que a utilização de fibras naturais oferecem segundo Leão (2007) são:

- ✓ ecológicas (recicláveis e renováveis);
- ✓ social (criação de empregos rurais, diminuição do êxodo rural);
- ✓ econômicas (mais baratas);
- ✓ mecânicas (mais leves e mais resistentes que as fibras concorrentes).

As fibras naturais recentemente atraíram muita atenção da comunidade científica para uso como reforço em materiais compósitos. A abundância de fibras naturais disponíveis na biodiversidade aumentou o interesse dos pesquisadores em explorar novas aplicações de valor agregado (MOHANTY, *et al* 2005).

2.8.1 Fibra de Pupunheira

O Brasil está entre os maiores produtores de palmito e destaca-se também como maior consumidor. O estado do Pará é o principal produtor, detendo 92,8% da produção nacional de palmito e o único município que se destaca nacionalmente fora do Pará é Blumenau em Santa Catarina. Em dados de 2006, o município de Anajás em primeiro colocado, produziu 2000 toneladas, equivalente a 30,7% do total coletado no país e na décima colocação apareceu Blumenau com 127 toneladas, que correspondem a 1,9% do total nacional coletado, ou a 96,1% da produção de Santa Catarina (IBGE, 2011, web).

A industrialização do palmito é uma realidade e os fatores que vêm estimulando o investimento na produção racional são: a existência de um mercado a nível mundial, a disponibilidade de tecnologia para o cultivo e industrialização do palmito de origem cultivada e o preço do produto no mercado nacional e internacional, sendo que, no primeiro, a tonelada do produto líquido drenado chega a ser vendida a valores superiores a US\$ 4.000,00 (VERRUMABERNARDI *et al.*, 2007).

No Brasil, segundo um estudo de Rodrigues (2007) o agronegócio do palmito perdeu, nos últimos oito anos, o caráter de atividade extrativista e clandestina devido às questões ambientais, exaustão das espécies nativas, exigências da ANVISA sobre segurança alimentar e aumento do cultivo de espécies. Dentre as palmeiras cultivadas no Brasil destacam-se o açazeiro (*Euterpes oleraceae M.*) a pupunheira (*Bactris gasipaes H.B.K*) e a palmeira-real-da-austrália (*Archontophoenix alexandrae F. Muell. H. Wendl. & Drude - Arecaceae*) (SAMPAIO *et al.*, 2007).

O açazeiro e a pupunheira são nativos dos trópicos úmidos americanos cultivados por índios da região amazônica e América Central desde 1545 (IAC, 1998, CHAIMSOHN, 2000 e CARMO *et al.*, 2003) enquanto a palmeira-real-da-austrália indica sua origem no nome e provém da costa oeste daquele país.

Na região de Joinville/SC de acordo com a Fundação Municipal de Desenvolvimento Rural 25 de Julho (FMDR), a agroindústria local caracteriza-se principalmente pela produção de banana e arroz, sendo que as culturas de palmeira real e pupunha estão em ascensão, prova disso foi à criação em março de 2009 da primeira Agroindústria de Produção e Comercialização de Palmito Pupunha da

localidade de Pirabeiraba, em Joinville, SC, conforme divulgado na Página Rural (2009). Entretanto, a produção também ocorre no bairro Morro do Meio como mostra a Figura 5.

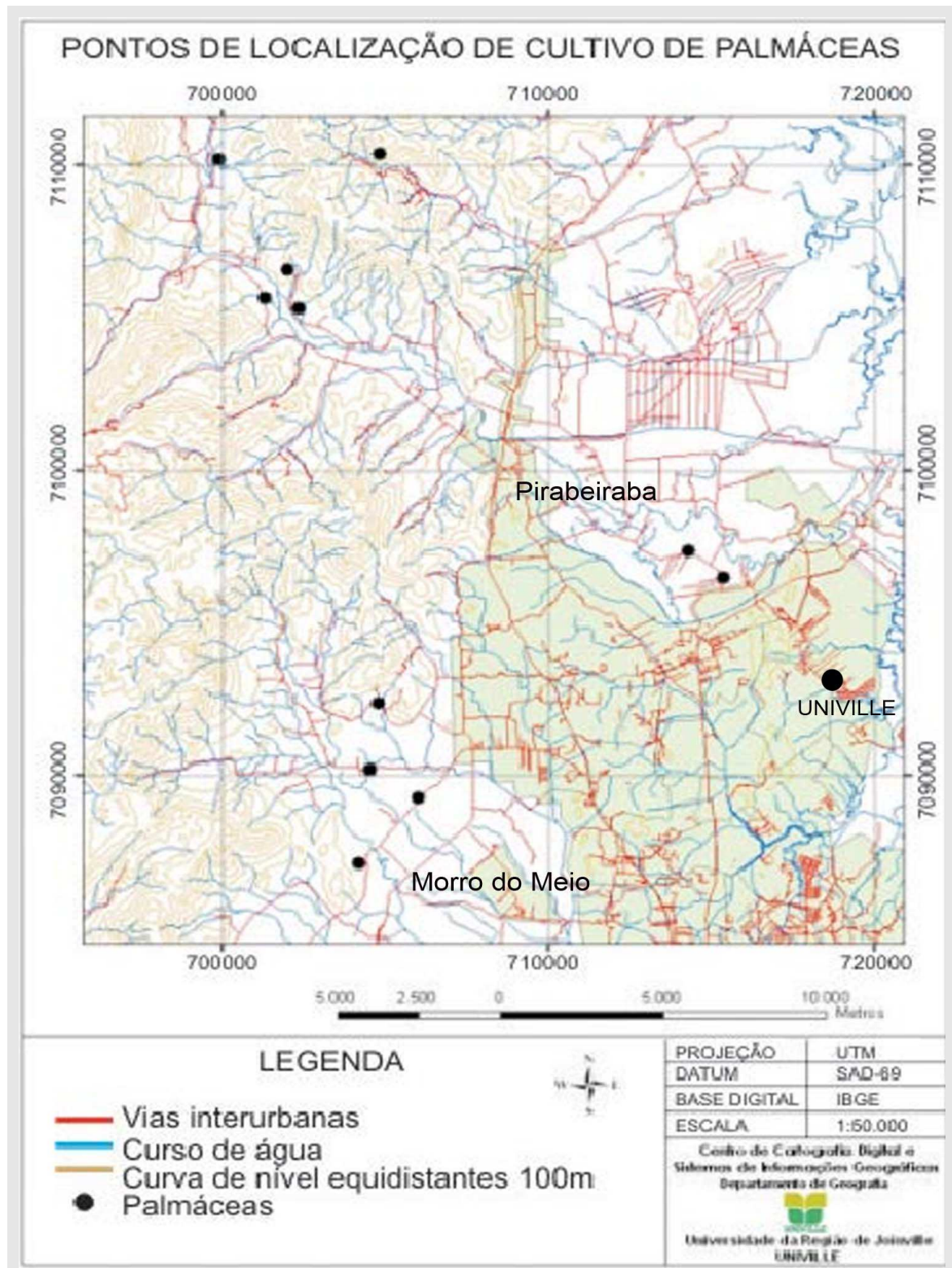


FIGURA 5 – Pontos de Localização de Cultivo de Palmáceas
 Fonte: Departamento de Geografia da Univille (2006)

O *habitat* natural da pupunheira são regiões de mata úmida e com índices pluviométricos variando entre 1500 a 6000 mm, nas regiões onde são encontradas as pupunheiras a temperatura média anual varia entre 22 e 28 °C, com umidade relativa do ar acima de 80% (CARMO *et al.*, 2003 e PUPUNHA-NET, 2009, web). A Figura 6 A mostra uma área de plantação de palmito de pupunha.

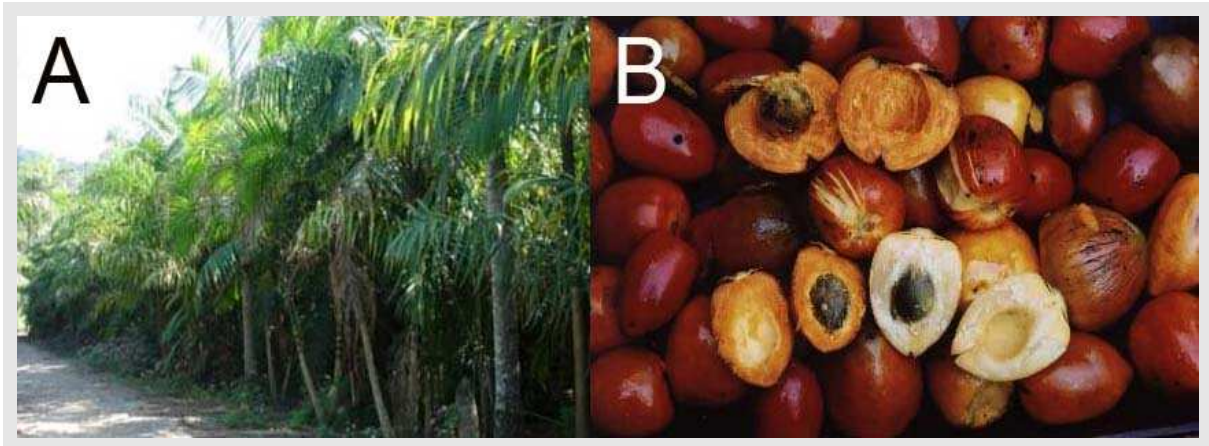


FIGURA 6 – A – Plantação de Palmito de Pupunha – B – Fruto da Pupunheira
Fonte: Farias *et al.*, (2008)

A pupunheira pode ser consumida *in natura*, a partir do fruto cozido, (Figura 6 B) em forma de farinha, além do palmito. As sementes são utilizadas em consumo direto como noz e as flores como condimentos para saladas. Usos secundários, como utilização do fruto para óleo e a utilização dos espinhos como agulha pelos índios também se destacam (CARMO *et al.*, 2003 e PUPUNHA-NET, 2006, web).

A partir do caule e das bainhas das folhas é possível produzir a madeira que possui coloração parda-escura com fibras amarelas, é forte e durável, pode ser utilizada na construção de pequenos produtos como arcos, flechas e varas para pesca. Das ripas de estipe da pupunheira é obtido um compensado (FIBRA DESIGN SUSTENTÁVEL, 2009, web). Para isso essas ripas são prensadas horizontalmente com adesivo de base vegetal, esse material possui acabamento de alta qualidade, como apresentam as Figuras 7 A e B.



FIGURA 7 - A - Compensado de Pupunha (Bioplac) – B - Aparador Revestido com Compensado de Pupunha
 Fonte: Fibra Design Sustentável (2009, web)

No entanto, o cultivo e a extração de palmitos geram grande quantidade de resíduos e apenas uma pequena parte da biomassa é comercializada na forma de palmito em conserva, a maior parte dela permanece no solo após a extração. Como exemplo, Ramos *et al* (2008) apresenta um estudo sobre modelos para analisar a área foliar e a biomassa dispensada na cultura do palmito de pupunha. Ainda, o cultivo de pupunha para a produção de palmito é feito de forma adensada (5000 a 6600 plantas/ha) e tem ocupado as mais diversas regiões agrobioclimáticas.

A utilização das fibras de pupunheira como reforço em compósitos especificamente não estão reportadas em literatura, exceto nos trabalhos desenvolvidos desde 2005 pelo grupo de Materiais Poliméricos da UNIVILLE e publicados a partir de então. Os estudos do grupo baseiam-se na aplicação de diferentes partes da pupunheira como carga em compósitos tendo como matriz a resina poliéster insaturada ortoftálica e também termoplásticos biodegradáveis como o poli (3-hidroxi-butirato-co-3-hidroxi-valerato) (PHBV) (BATISTA, *et al.*, 2010, FONTAN JR *et al.*, 2010, FARIAS, *et al.*, 2009, SANTOS, *et al.*, 2007 e MIRANDA, 2007).

A proposta do grupo é gerar alternativas para agregar valor à fibra vegetal, de modo que possa ter um uso nobre e tornar-se outra fonte de renda para o produtor. Esse panorama mostra um segmento economicamente aquecido e que possui um papel importante socialmente, pois ao permitir a ampliação da renda familiar no

campo reduz o êxodo rural e permite melhorar a qualidade de vida nas regiões de produção.

2.9 Especificação para Luminárias

A regulamentação brasileira para luminárias está centrada naquelas para lâmpadas tubulares fluorescentes, uma voltada às especificações que o produto deve seguir (ABNT-NBR 13298 de 1995) e outra que orienta os ensaios que devem ser realizados com essas luminárias, qual seja, a norma ABNT-NBR 13299 também de 1995 (INMETRO, 2012, web). Não existe Norma Brasileira específica sobre luminárias com lâmpadas incandescentes, para ensaiá-las comumente aplica-se a norma internacional International Electrotechnical Commission (IEC 598 – 1 de 1992 – Luminaries: General Requirements and Tests).

Dentre os principais ensaios a serem conduzidos com as luminárias, ou suas partes, estão:

Detalhes Construtivos: este ensaio consiste basicamente em verificar: a) se os cabos isolados têm um caminho livre para percorrer, da lâmpada até a rede de energia, sem sofrer danos no isolamento capazes de provocar curtos circuitos; b) se existe espaço suficiente para realizar uma posterior troca de acessórios (lâmpada por exemplo), sem riscos para o consumidor quanto a choques, arranhões; c) se os componentes da luminária (cabos isolados e reatores) que conduzem energia elétrica foram selecionados e instalados na luminária de forma a desempenhar adequadamente seu papel, sem riscos de provocar curtos circuitos.

Cabos isolados internos e externos: este ensaio consiste em analisar os cabos isolados utilizados tanto em ligações de acessórios internos à luminária como em ligações entre a luminária e os cabos isolados que vem da rede elétrica. A espessura de isolação do cabo deve ser de pelo menos 0,6mm.

Proteção contra choques elétricos: este ensaio consiste em se utilizar um sensor, simulando um dedo que, toda vez que tocar em alguma parte da luminária que conduza energia elétrica, acenderá uma luz.

Comportamento da temperatura de trabalho: nesse ensaio é verificado como os cabos isolados da luminária se comportam, quando estão em contato ou próximos

ao reator, componente da luminária que emite calor (aquece), quando em operação. Como já explicado no item sobre cabos isolados internos e externos, estes não vêm marcados de fábrica, quanto a temperatura máxima a que suportam e nem quanto ao tipo de material utilizado. Por segurança, para efeito dos ensaios, essa temperatura foi estimada em 70°C.

Resistência ao calor: nesses ensaios verifica-se o comportamento dos materiais das luminárias quando submetidos:

- 1) a temperaturas iguais as de funcionamento;
- 2) a contato com cabos quentes;
- 3) a pequenas chamas;

Nesse ensaio, uma pequena chama é encostada sobre o material a ser ensaiado, durante um breve intervalo de tempo. Este ensaio simula um dos problemas causados pelos defeitos encontrados nos ensaios anteriores, como os de construção, de cabos isolados internos e externos e de temperatura, que podem provocar curto circuito, seguido de centelhamento e até mesmo chama. Após a retirada da chama, o material não deve continuar a queimar. Todos os "soquetes" (locais onde a lâmpada é encaixada) ensaiados, continuaram a queimar até o fim. Isso representaria, em condições normais de uso, o início de incêndio. Esses testes realizados pelo INMETRO não inclui ensaio de fotoperíodo.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Estudo

Os procedimentos desenvolvidos nesta dissertação a caracterizam como pesquisa aplicada experimental e interdisciplinar, por apresentar resultados práticos, descrever os experimentos e envolver diferentes áreas do conhecimento como: botânica, ciência dos materiais e design.

3.2 Seleção do Compósito

Para este trabalho a seleção do material utilizado na fabricação dos produtos propostos ocorreu pelo método de seleção por síntese baseado em estudos anteriores e “casos” de produtos que utilizaram compósitos de resina poliéster reforçados com fibras de pupunheira (fibras tramadas). Este foi o primeiro estudo desenvolvido explorando o efeito da distribuição aleatória das fibras de pupunheira na matriz poliéster. Em trabalhos anteriores o compósito reforçado com fibra foi utilizado no desenvolvimento de uma cuba para banheiro e lavabo (Figura 8) (BARAUNA *et al.*, 2011) e detalhes em um mobiliário de sala de jantar (CLIMACO e SILVA, 2010). Além dos estudos anteriores considerou-se ainda como critérios de seleção as propriedades mecânicas, ou seja, o material é rígido, com módulo de elasticidade por volta de 3,6 GPa, e a resistência a tração é de 10 Mpa, já definidas pelo grupo para os materiais (fibra tramada e aleatória), a qualidade estética e a facilidade na fabricação dos compósitos com fibras distribuídas aleatoriamente.



FIGURA 8 – Cuba para Banheiro e Lavabo desenvolvida a partir de Compósitos de Resina Poliéster e Fibra de Pupunheira (Fibras Tramadas)
Fonte: Barauna *et al.*, 2009

Após a seleção do material é necessário conhecer suas propriedades para analisar sua viabilidade de aplicação no produto proposto. Para a confecção de produtos, além das propriedades mencionadas anteriormente é importante também verificar como o material se comporta quando submetido a diferentes ensaios de usabilidade.

3.3 Ensaios de Processos de Fabricação nos Compósitos de Resina Poliéster Reforçados com Fibras de Pupunheira

Essa etapa da metodologia buscou avaliar o comportamento de duas amostras de compósitos em testes de fabricação (ensaios de corte, perfuração com broca e pregos, polimento e união de superfícies a partir de diferentes adesivos).

As amostras utilizadas (Figura 9) foram desenvolvidas por Santos *et al.*, (2008) e Farias *et al.*, (2008), constituídas de matriz polimérica termofixa (resina poliéster insaturada) com a incorporação do resíduo gerado na extração do palmito

pupunha na forma de fibras distribuídas aleatoriamente e tramadas, nas proporções de 10 e 6% em massa de fibra, respectivamente.

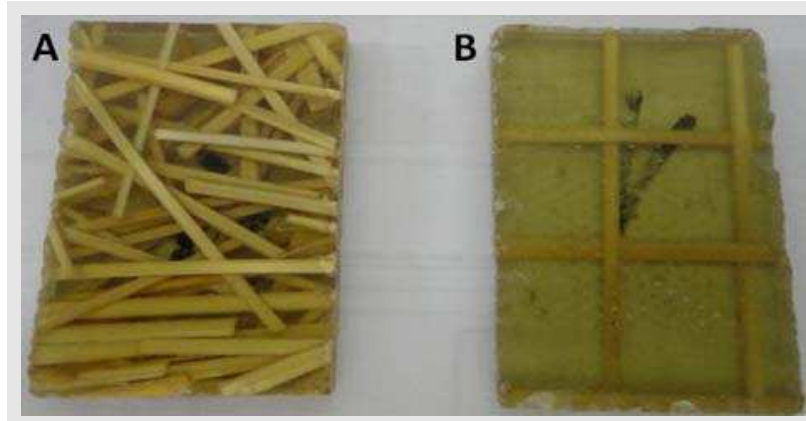


FIGURA 9 – Amostras dos Compósitos – A – Fibra Aleatória 10% e – B – Fibra Tramada 6%
Fonte: Baraúna (2010)

Os ensaios realizados foram: cortes na serra de fita larga (12 dentes/pol) e fina (24 dentes/pol), perfuração com furadeira elétrica (brocas com diâmetros de 3,5 e 8 mm e serra copo com diâmetro de 1' 1/4), perfuração com pregos (bitolas de 12x12, 15x21 e 16x24) e martelo, polimento (desbaste) com lixadeira elétrica e testes de aderência da superfície do material aplicando como aglutinantes a própria resina poliéster, silicone, e cianoacrilato penteno de metila. Todos os ensaios foram feitos em triplicata e observou-se para cada amostra, a resistência do material ao procedimento, a maleabilidade, a geração de rebarbas e trincas, e no caso dos aglutinantes além da resistência à separação o acabamento. A Figura 10 apresenta os equipamento e materiais utilizados.



FIGURA 10 A – Corte em Serra de Fita; B – Perfuração com Broca em Furadeira Elétrica; C – Perfuração com Pregos; D – Polimento com Lixadeira Elétrica; E – Aglutinantes Utilizados; Fonte: Arquivo Pessoal

Após os estudos acerca do material, a metodologia de desenvolvimento de produtos foi aplicada para subsidiar a geração de alternativas para as luminárias.

3.4 Análises de Design

Para desenvolver um produto que se adapte ao mercado e agrade consumidor é essencial que haja uma pesquisa de mercado que evidencie, identifique e especifique as oportunidades do produto (BAXTER, 2000).

Para tanto foi realizada a análise diacrônica, análise sincrônica e pesquisa sobre o público alvo a fim de reunir informações necessárias para desenvolver as alternativas para as luminárias e posteriormente a fabricação do material e dos produtos.

3.4.1 Análise Diacrônica

A análise diacrônica é uma coleção de material histórico que visa salientar a evolução e as transformações ocorridas por um determinado produto no transcurso do tempo.

A história da iluminação artificial inicia-se na pré-história, provavelmente há cerca de 500 mil anos, e representou uma grande conquista, comparável a da linguagem e escrita. Para o homem pré-histórico o fogo servia para aquecer-se, defender-se das feras, melhorar a alimentação e iluminar as noites.

A maneira de gerar a preciosa faísca era friccionar dois pedaços de madeira um contra o outro ou fazer movimentos rotatórios com uma vareta contra uma superfície lenhosa (ALTENA PLUS, 2010, web).

Mais tarde, descobriram-se alguns combustíveis provenientes de produtos vegetais como o sésamo, linho e a mamoma, esses eram recolhidos em recipientes como cifres de animais, conchas marinhas ou pedras com cavidades naturais. Por volta do século IV a.C. para substituir as pesadas lucernas de pedra surgiram as lucernas de barro. Após as longas eras da pedra, dos ossos e da argila inicia-se a era dos metais, lucernas de cobre passam a ser fabricadas.

Quando o homem percebeu que quanto mais alta fosse a fonte luminosa mais amplo seria o espaço iluminado surgiram os castiçais. Por volta de 2 mil anos a.C. as primeiras velas surgem substituindo as toscas e amorfas lucernas. Este tipo de iluminação permaneceu como a principal fonte de luz preenchendo castiçais e lustres. Em 1879, o americano Thomas Edson criou o que desencadeou grande avanço para humanidade, a lâmpada incandescente (ALTENA PLUS, 2010, web).

Segundo Tambini (2004, p. 54):

O projeto dos primeiros abajures ocultava propositalmente os mecanismos da lâmpada. A passagem para uma estética da máquina, através da *art déco* e, mais tarde, do modernismo, produziu luminárias de formas geométricas. Novos materiais, como o plástico, tornaram-se populares na década de 50 e, desde então, o uso de tecnologia de baixa voltagem possibilitou uma maior versatilidade.

As Figuras 11 e 12 apresentam uma linha do tempo das luminárias de teto e de mesa.



FIGURA 11 – Linha do Tempo das Luminárias de Teto
Fonte: Designboom (2010, web)




FIGURA 12 – Linha do Tempo das Luminárias de Mesa
Fonte: Designboom (2010, web)

A linha do tempo apresenta diferentes tipos de luminárias que sofreram modificações no transcorrer dos anos devido a aplicação de novos materiais e influências de estilos estéticos da época. No início do século XIX, os aparelhos ganharam formas orgânicas influenciadas pela tendência *art nouveau*, caracterizada pela forte presença de ornamentos. A partir de 1920, a *art déco* mostra-se presente pela geometrização das formas. Por volta de 1940, as luminárias apresentam um design mais simples e limpo. A tendência *pop art* trouxe formas arredondadas e cores ousadas nas décadas de 60 e 70, que foram substituídas pela funcionalidade e tecnologia característica dos anos 80.

3.4.2 Análise Sincrônica

O objetivo dessa análise é conhecer melhor o universo das luminárias, identificando o estado da arte evitando reinvenções. Pesquisar produtos concorrentes e/ou similares faz com que se aprenda com os mesmos. Os Quadros 6 a 15 apresentam alguns produtos concorrentes e suas características.

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Coral (de teto)</p> <ul style="list-style-type: none"> *Foi desenvolvida por David Trubridge (arquiteto e designer inglês); *Material: Fino painel de compensado de madeira, uma espécie australiana de pinheiro-araucária; foi desenvolvida a partir de 60 formas idênticas, fixadas entre si através de vértices; *Preço: R\$ 2.356,00 *Tamanho: Disponíveis em três tamanhos, com diâmetro de 600 mm, 800 mm e 1000 mm;


QUADRO 6 – Luminária Coral (de Teto)
Fonte: Davidtrubridge (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Los Luminosos (de teto)</p> <ul style="list-style-type: none"> *Desenvolvidos por Banak Importa (empresa espanhola líder de mercado de mobiliário natural); *Material: Fibra natural de abacá, também conhecido como cânhamo-de-manila; *Preço: Não informado; *Tamanho: Não informado;


QUADRO 7 – Luminárias Los Luminosos
Fonte: Banakimporta (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Babel (de mesa)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Foi desenvolvida por Júlio Sannazzaro (artista plástico paulista); * Material: Garrafas de vidro azul de vinhos alemães; *Preço: Não informado; *Tamanho: Não informado;

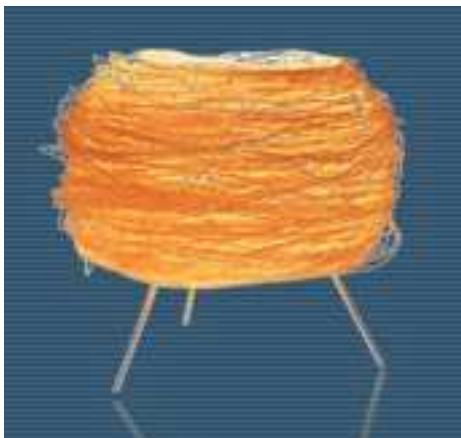
QUADRO 8 – Luminárias Babel (de mesa)
Fonte: Arcoweb (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária (de mesa)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Projeto do pernambucano Maurício Castro, o paulista Eduardo Jorge e o espanhol Imanol Ossa; * Material: Pratos e utensílios de plástico, peneira metálica e outros objetos de cozinha; *Preço: Não informado; *Tamanho: Não informado;


QUADRO 9 – Luminária (de mesa)
Fonte: Arcoweb (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Essayage Bordado (de teto)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Desenvolvido pela designer Baba Vacaro; *Material: É composta por um tecido reciclado derivado do plástico, por isso, sua cúpula é resistente e leve podendo ser moldada ou amassada; *Preço: Não Informado; * Tamanho: 750X2000 mm (diâmetroXaltura);

QUADRO 10 – Luminária Essayage Bordade (de teto)
 Fonte: Arcoweb (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Floating Nest (de mesa)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Criação do designer Angus Hutcheson; *Material: Utiliza-se a parte central e macia da fibra de rattan, (um cipó geralmente encontrado no sul do Brasil) é enrolada manualmente, lembrando um ninho; *Preço: Não informado; *Tamanho: 330X330 mm (diâmetroXaltura)

QUADRO 11 – Luminária Floating Nest (de mesa)
 Fonte: Dominici (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Jaci (de piso)</p> <ul style="list-style-type: none"> * Tok Stok, designer Armenia Rocha; * Material: Estrutura em ferro maciço com acabamento em pintura epoxi-pó, revestida com fibra natural (palha de coqueiro) *Preço: R\$ 189,00 *Tamanho: 1140X1900X1900 mm (alturaXlarguraXprofundidade)


QUADRO 12 – Luminária Jaci (de piso)
 Fonte: Tokstok (2012, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Lumiboo (de mesa) *Tok Stok; *Material: Bambu e revestimento interno em tecido 100% algodão; *Preço: R\$ 118,00 *Tamanho: 190X125X125 mm (alturaXlarguraXprofundidade)</p>

QUADRO 13 – Luminária Lumiboo (de mesa)
 Fonte: Tokstok (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Bambu (de mesa) *De Irmãos Campana (designers), produzida por Fontana Arte Itália; *Material: Metal e bambu; *Preço: Não Informado; *Tamanho: Não Informado</p>

QUADRO 14 – Luminária Bambu (de mesa)
 Fonte: Campana (2010, web)

Produto Concorrente e/ou Similar	Características
	<p>Luminária Ulu (de teto) *Foi desenvolvida por David Trubridge (arquiteto e designer inglês); *Material: Compensado de bambu; *Preço: Não Informado; *Tamanho: Da esquerda 400X385 mm (alturaXlargura) da direita 650X385 mm (alturaXlargura);</p>


QUADRO 15 – Luminária Ulu (de teto)
 Fonte: Davidtrubridge (2010, web)

A análise sincrônica apresentou diferentes luminárias de mesa, de teto e de piso e evidenciou informações relevantes sobre esses produtos.

3.4.3 Lista de Verificação

Para não ficar atrasado em relação ao concorrente é necessário pesquisá-lo. É crucial analisar os produtos, identificar itens inovadores e perceber os avanços tecnológicos (BAXTER, 2000). O objetivo da lista de verificação é organizar as informações sobre atributos de um produto, servindo assim para detectar deficiências que devem ser superadas. Essa busca visa comparar pontos fracos e fortes dos produtos existentes, facilitando a percepção antecipada de possíveis erros no produto a ser desenvolvido, e os pontos fortes detectados na concorrência, podem ser incorporados no projeto.

A luminária Coral foi vista como principal concorrente, pois apresenta a aplicação de algumas diretrizes do ecodesign, (utilização de matéria prima de fonte renovável, baixo peso, fácil desmontagem), que é um objetivo nesse trabalho. Desse modo, o Quadro 16 apresenta a análise de verificação do principal concorrente.

	
<p style="text-align: center;">Pontos Fortes</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicação das diretrizes do ecodesign; <ul style="list-style-type: none"> ✓ Formas simples; ✓ Design arrojado; ✓ Lâmpada econômica; ✓ Possui função decorativa; 	<p style="text-align: center;">Pontos Fracos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Difícil limpeza; ✓ Preço elevado;

QUADRO 16 – Lista de Verificação do Principal Concorrente
 Fonte: Davidtrubridge (2010, web)

O produto analisado possui como ponto forte a aplicação de algumas das diretrizes do ecodesign, pois: a matéria prima é proveniente de fonte renovável e de fácil biodegradabilidade, é leve, desmontável e não possui dimensionamentos excessivos. As formas simples, além de atender aos princípios do ecodesign, proporcionam um design mais limpo e arrojado, favorecendo a função de decoração que o produto apresenta. Os pontos fracos são: a dificuldade na limpeza e o preço elevado. Os pontos fortes podem ser incorporados ao projeto e pontos fracos, são orientadores para que não se cometa os mesmos erros.

3.5 Público Alvo

Este projeto possui aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVILLE, conforme parecer nº 140/09, que atende plenamente a os parâmetros descritos na Res. CNS 196/96 e Res. 19/07 CEP/UNIVILLE.

Perceber detalhes sobre o público alvo/consumidor no qual está se direcionando a pesquisa é essencial, a fim de suprir suas necessidades e expectativas. Além das pesquisas bibliográficas e as análises acerca dos concorrentes, uma entrevista realizada com três vendedores de três diferentes lojas de iluminação da cidade de Joinville – SC (conforme Apêndice A, B e C) subsidiaram a definição do público alvo. Os entrevistados assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, (conforme Apêndice D). Os principais objetivos das entrevistas são: conhecer o universo do produto em questão, confirmar os estudos teóricos, definir o perfil do público alvo e levantar dados que irão orientar a geração de alternativas.

Deste modo, definiu-se o público alvo, entendido como consumidor e usuário para o produto desenvolvido, como: adultos de ambos os sexos, com idade entre 25 a 55 anos, com moradia própria, pertencentes a classe social B, que adquirem luminárias para compor salas de estar, buscam luminárias que ofereçam praticidade (limpeza e troca de lâmpadas), design *clean*, formas simples, preocupam-se com o meio ambiente ao adquirir produtos que consumam menos energia (lâmpadas fluorescentes). A entrevista salientou ainda que essas pessoas equilibram o fator custo ao design, procurando produtos inovadores, porém não muito caros.

3.5.1 Painel Semântico do Público Alvo

Esse painel (Figura 13) procura traçar uma imagem do estilo de vida dos futuros consumidores do produto (BAXTER, 2000). As características pessoais, preferências, alguns produtos e marcas consumidas por esse público também serão representadas nesse painel.



FIGURA 13 – Painel Semântico do Público Alvo

Fonte: Arcoweb (2011, web), Motorola (2011, web), Greenpeace (2011, web), Futura (2011, web) e WWF (2011, web)

3.6 Lista de Necessidades

A lista de necessidades é um item que irá orientar a geração de alternativas, encaminhando o produto ao que o público alvo espera dele. Os dados apresentados na lista de necessidades foram obtidos por meio das análises dos produtos

concorrentes, público alvo e investigação bibliográfica, entrevistas e pesquisas realizadas até então. Alguns itens importantes:

- ⇒ Ambientalmente Amigável/Sustentável
- ⇒ Fácil Limpeza/Manutenção
- ⇒ Formas Simples
- ⇒ Lâmpadas Econômicas
- ⇒ Design Arrojado/Função Decorativa

3.7 Requisitos de Projeto

Uma lista de requisitos serve para orientar o processo projetual em relação as metas que se pretende atingir. O Quadro 17 lista os requisitos, seus objetivos, unidade e a classificação, indicando os itens desejáveis ou que obrigatoriamente aparecerão nas alternativas. De acordo com os itens da lista de necessidades esses requisitos foram estabelecidos a partir de análises, estudo teórico e entrevistas.

Requisito	Objetivo	Unidade	Classificação
Ambientalmente Amigável/Sustentável	Usar materiais reciclados, simplificar produtos, evitar dimensionamento excessivo, minimizar o número de fixações, minimizar o peso, etc	Impacto ambiental < possível	Obrigatório
Fácil Limpeza e Manutenção	Proporcionar facilidade e praticidade na limpeza, proporcionar facilidade na manutenção (troca de lâmpadas)	+ fácil de limpar que concorrentes, manutenção < que concorrentes	Desejável
Formas Simples	Apresentar design <i>clean</i> , formas simples, tendência menos é mais	+ simplicidade	Obrigatório
Lâmpadas Econômicas	Utilizar lâmpadas econômicas que consomem pouca energia	+ econômica que concorrentes	Desejável
Design Arrojado/Função Decorativa	Design Inovador, atributos estéticos	+ arrojado que concorrente	Desejável

QUADRO 17 – Requisitos de Projeto das Luminárias
Fonte: Arquivo Pessoal

Os requisitos de projetos subsidiaram o desenvolvimento de alternativas, pois apontam itens importantes obtidos por meio das análises do público alvo, entrevista com vendedores, análises acerca dos concorrentes e pesquisa bibliográfica.

Após a seleção do material, ensaios de processos de fabricação e da geração de alternativas (resultados) procedeu-se a fabricação dos compósitos para posterior montagem das luminárias.

3.8 Fabricação dos Compósitos e dos Produtos e Confeção das Luminárias

Os compósitos foram confeccionados em forma de chapas. O fluxograma ilustrado na Figura 14 apresenta de forma sucinta as etapas para preparação e obtenção do material e dos produtos.

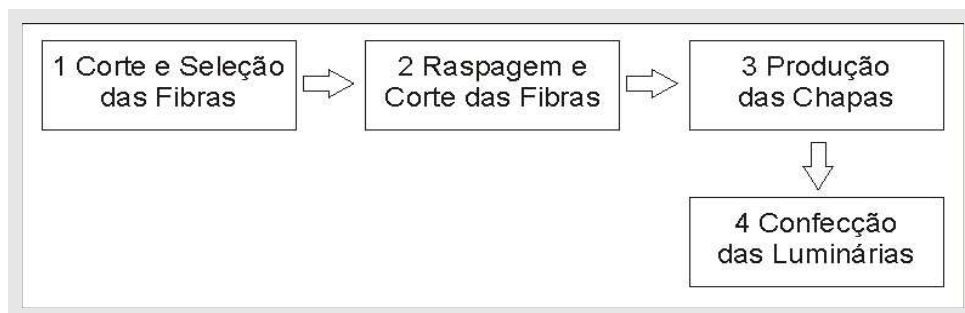


FIGURA 14 – Fluxograma da Metodologia de Fabricação do Compósito
Fonte: Arquivo Pessoal

A seguir discorre-se detalhadamente cada processo da metodologia utilizada para preparação e obtenção do material e fabricação das luminárias.

1 Corte e Seleção das Fibras

O local de coleta das fibras foi uma propriedade particular, localizada na região do Quiriri (margens da SC-301), em Joinville – SC, pertencente a um agricultor que participa da cooperativa local de produção e envase de palmito em conserva. O processo de seleção das fibras ocorre após o corte das palmeiras e extração do palmito, na qual foram coletadas as folhas rejeitadas, essas foram

separadas e delas retiradas as nervuras centrais dos segmentos foliares apresentadas na Figura 15 A.

2 Raspagem e Corte das Fibras

A raspagem das fibras se fez necessária a fim de remover o tecido clorofilado e células parenquimáticas, ficando assim apenas a fibra longa da pupunha. A espessura da fibra varia ao longo do seu comprimento (comumente entre 0,3 a 3,0 mm), isto implicou na remoção da extremidade mais fina (inferior a 0,8 mm) de modo a reduzir esse intervalo e manter a mesma variação espessura do material caracterizado anteriormente por Santos *et.al.*, (2008).

A raspagem foi manual feita com faca de serra fina sem ponta como mostra a Figura 15 B, tornando essa etapa muito lenta. O corte das fibras com comprimento de aproximadamente 25 mm foi feito manualmente com tesoura, um gabarito foi criado para facilitar o corte, de acordo com a Figura 15 C.

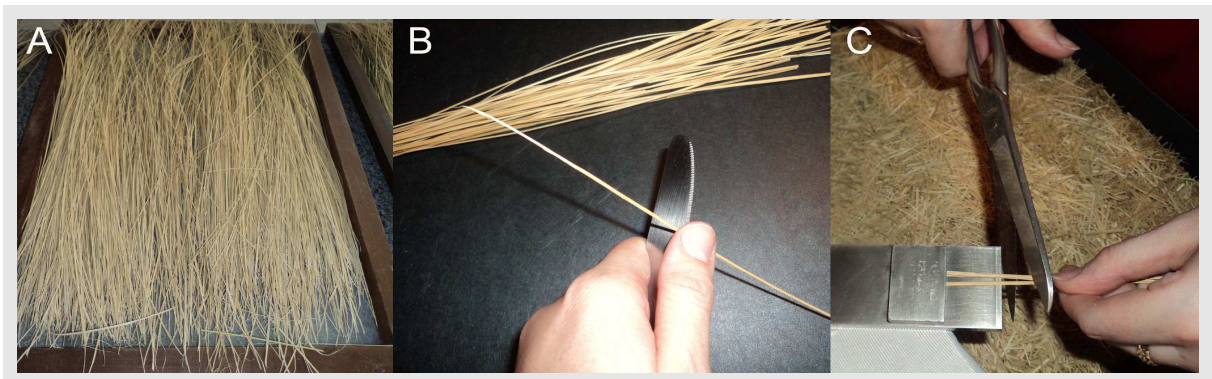


FIGURA 15 A – Seleção das Fibras; B – Raspagem das Fibras; C – Corte das Fibras;
Fonte: Arquivo Pessoal

3 Produção das Chapas

Primeiramente foram fabricados dois moldes de vidro temperado, o menor medindo 490 mm por 340 mm e outro maior medindo 600 mm por 600 mm, de acordo com os produtos que foram desenvolvidos. Uma vidraçaria foi contratada para executar o trabalho. As laterais dos moldes foram unidas com adesivo à base de silicone.

De acordo com o tamanho das chapas a serem fabricadas foi necessário fazer o cálculo para determinar a quantidade de fibra, resina poliéster e catalisador

a serem utilizadas. Para determinar as quantidades corretas de cada componente foi utilizada a fórmula de densidade. Sabe-se que a densidade da resina poliéster é de $1,12 \text{ cm}^3$, e os volumes dos moldes são conhecidos o que permitiu estimar a massa que deveria ser usada. A Figura 16 apresenta um exemplo do cálculo feito para fabricação de uma chapa cujo molde mede $49 \text{ cm} \times 34 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ de espessura.

Molde (49mm x 34mm x 4 mm)
 Volume: $666,40 \text{ cm}^3$

$$d = \frac{m}{v} \qquad 1,12 = \frac{m}{666,40} \qquad m = 746,37 \text{ g}$$

Sendo:

10% fibra = 74,64 g de fibra

90% resina = 671,73 g de resina

1% catalisador = 7,4 g de catalisador

FIGURA 16 – Cálculo para Determinar a Quantidade de Material Vegetal, Resina e Catalizador
 Fonte: Arquivo Pessoal

As fibras foram submetidas a uma temperatura de 40° C em estufa durante 20 minutos para retirar a umidade. A perda foi em torno de 1%. Após a secagem e de acordo com os resultados obtidos nos cálculos, foi utilizada uma balança de precisão para determinar a quantidade de resina poliéster, catalisador e material vegetal necessário para fabricação das chapas (Figura 17 A).

Na sequência e para facilitar a retirada das chapas do molde após a cura foi aplicada nos moldes de vidro cera de carnaúba, com auxílio de papel toalha, em camada fina e única. Após pesagem, a resina e o catalisador foram homogeneizados em recipientes plástico com espátula de metal com movimentos em forma de 8, as fibras foram adicionadas após 2 minutos de homogeneização, aproximadamente. A Figura 17 B apresenta esse procedimento.

Em seguida, o material e foi depositado no molde e espalhado (Figura 17 C) para separar as fibras que tendem a se aglomerar. Essa etapa foi realizada rapidamente, pois o processo de cura já se inicia logo após adição do catalisador.



FIGURA 17 A – Pesagem do Material em Balança de Precisão; B – Homogeneização do Material em Recipiente Plástico; C – Depósito do Material no Molde de Vidro;
Fonte: Arquivo Pessoal

A retirada das chapas dos moldes de vidro foi feita após 48 h com auxílio de espátulas e martelo de borracha. Esse processo exigiu cuidado a fim de não trincar a chapa já reticulada.

4 Confeção das luminárias

Para esse fim, as chapas foram cortadas no formato final em que foram aplicadas aos produtos, para tanto foi utilizada serra fita e o corte foi feito manualmente. Para unir o material foi utilizado um adesivo à base de silicone transparente e a furação foi realizada com furadeira portátil.

A confeção da luminária de mesa se deu nas seguintes etapas: união das chapas para montagem da cúpula, corte dos tubos metálicos para sustentação da cúpula e porta objetos, união dos tubos metálicos na base, instalação do sistema elétrico e colocação da lâmpada. Para montagem da luminária de teto foram feitas as furações, colocação das lâmpadas e fixação (por meio de parafusos) da chapa na estrutura.

3.9 Ensaio de Fotoperíodo

Após a montagem das luminárias, foram instaladas lâmpadas frias de 25 W, sendo submetidas a um ensaio de fotoperíodo de 12 em 12 h durante 7 dias para avaliar a estabilidade da estrutura e possíveis alterações de cor no produto.

4. Ensaio Térmico

Para avaliar a) o perfil de degradação do material e b) verificar a resistência desse material quando submetido a temperaturas próximas de trabalho, ou seja, 90 °C se a luminária estiver com uma lâmpada incandescente de 60W, foram conduzidas duas análises em uma termo-balança TGA-Q50/TA Instruments (Laboratório de Materiais/UNIVILLE), sob atmosfera de N₂.

No primeiro caso, cerca de 36 mg de amostra foram inseridas no porta amostra de platina sob atmosfera inerte de N₂ e aquecidas de 25 até 700 °C a uma taxa de aquecimento de 10 °C min⁻¹.

Para a segunda análise, 32 mg de amostra foi colocada no porta amostra de platina sob atmosfera inerte de N₂ e aquecida a 110°C e mantida nessa temperatura por 30 min. O mesmo procedimento foi realizado mantendo 17 mg de amostra a 90 °C.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características e Propriedades do Compósito Reforçado com Fibra de Pupunheira

Os testes de processos de fabricação apresentaram resultados que estão descritos no Quadro 18. Nos ensaios de perfuração com pregos os testes mostraram que o compósito não apresenta resistência a esse processo, sendo essa a única restrição de aplicabilidade do material para o desenvolvimento de produtos.

Processos de Fabricação	Observações
Corte (Serra Fita)	Boa maleabilidade e poucas rebarbas;
Perfuração (Brocas = Furadeira Elétrica e Pregos)	Brocas: boa perfuração, poucas rebarbas e pequenas lascas na superfície superior e inferior causados pelo ângulo da broca; Pregos: em todos os ensaios com perfuração com pregos o material trincou e alguns romperam;
Polimento (Lixadeira Elétrica)	Excelente maleabilidade e bom acabamento;
União	Boa adesão com silicone e cianoacrilato penteno de metila;

QUADRO 18 – Resultados dos Ensaio de Processos de Fabricação

Esses resultados alinhados à característica de compósito frágil e rígido determinado por Santos *et al* (2007) para o material contendo fibras de pupunheira dispostas de forma aleatória na matriz polimérica demonstram que é possível aplicar esse material em produtos, com sua utilização sob forma de chapas que não sofram tensões excessivas. Como afirma Baraúna (2011) esses materiais, apresentam baixa absorção de água e podem valorizar os produtos em virtude do aspecto translúcido e com fibras naturais aparentes, cumprindo requisitos para a aplicação no desenvolvimento de produtos de decoração. No material com as fibras dispostas aleatoriamente, esses aspectos destacam-se o que contribuiu para sua escolha na aplicação do desenvolvimento de luminárias.

5.2 Conceituação

As análises de design forneceram subsídios para conceituar as luminárias de acordo com as expectativas do público alvo, cumprindo os requisitos de projeto.

O objetivo da conceituação é produzir princípios de projeto para o novo produto. Segundo Baxter (2000) ele deve ser suficiente para satisfazer as exigências do consumidor e diferenciar o novo produto de outros existentes no mercado. A escolha das palavras-chave utilizadas para conceituar o produto proposto ocorreu após a realização das análises descritas anteriormente. Portanto, os conceitos incorporados à luminária são: **ecodesign**, simplicidade e rusticidade.

O conceito de **ecodesign** incorporado a luminária vem com o objetivo de mostrar que o projeto desse produto preocupou-se com a estética e com o meio ambiente, buscando desenvolver um produto inovador e ecologicamente correto, além de facilitar a introdução da luminária no mercado.

A palavra **simplicidade** está ligada ao conceito do **ecodesign**, pois produtos desenvolvidos sustentavelmente possuem linhas simples que evitam ornamentos, dimensionamentos e formas desnecessárias, além que expressar o estilo de vida do público alvo.

A **rusticidade** que a luminária apresenta visualmente busca resgatar valores de uma vida simples. O objetivo da introdução desse conceito ao produto é transmitir ao consumidor uma ideia de que não se precisa de “muito” para viver bem e que a natureza tem muito mais a oferecer do que as futilidades da vida moderna. A Figura 18 apresenta um painel semântico dos conceitos atribuídos à luminária.

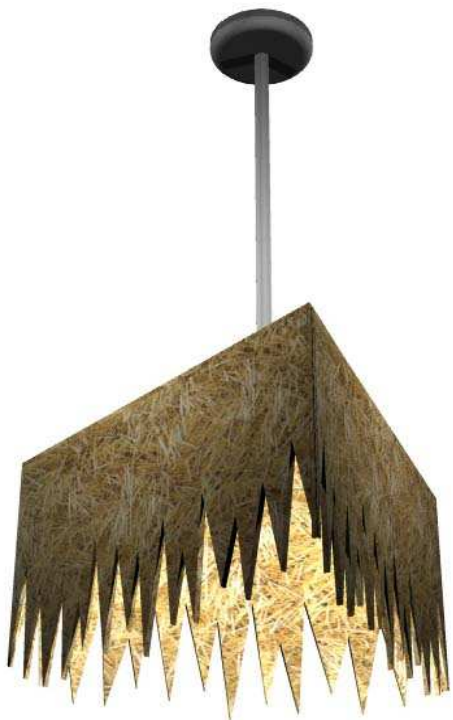


FIGURA 18 – Painel Semântico dos Conceitos

As imagens relacionadas ao ecodesign apresentam a mata preservada transmitindo os cuidados com o meio ambiente, produto (skate) cujo material é proveniente de fontes de matéria prima renovável, a balança que simboliza o equilíbrio entre a ecologia e a economia e a mão que segurando uma pequena planta que expressa o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade do homem para com a natureza. As imagens que ilustram o conceito de simplicidade mostram atividades simples, como caminhar ao ar livre, formas sustentáveis de trabalho, como pesca artesanal e um clipe de papel, produto extremamente simples e muito funcional. A três últimas imagens buscam expressar o conceito de rusticidade, a casa simples a beira mar, o chapéu de palha e um banco de madeira maciça.

5.3 Geração de Alternativas

A geração de alternativas consiste em agregar ao produto os requisitos adquiridos por meio de pesquisas, entrevistas e análises de design. Foram geradas 10 alternativas em software 3D Rhinoceros, há luminárias de teto (pendente), de chão e de mesa como apresentam os Quadros 19 a 28.

Alternativa 1	Descrição
	<p data-bbox="917 728 1324 772">Luminária de Teto Pendente</p> <p data-bbox="829 840 1412 1041">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e suporte de fixação no teto em aço com parafusos;</p> <p data-bbox="901 1064 1340 1108">Formas: Retas e Pontiagudas;</p>

QUADRO 19 – Alternativa 1

Alternativa 2	Descrição
	<p data-bbox="986 293 1262 327">Luminária de Mesa</p> <p data-bbox="818 405 1430 607">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e tubo metálico para sustentação; Formas: Arredondadas e Orgânicas;</p>

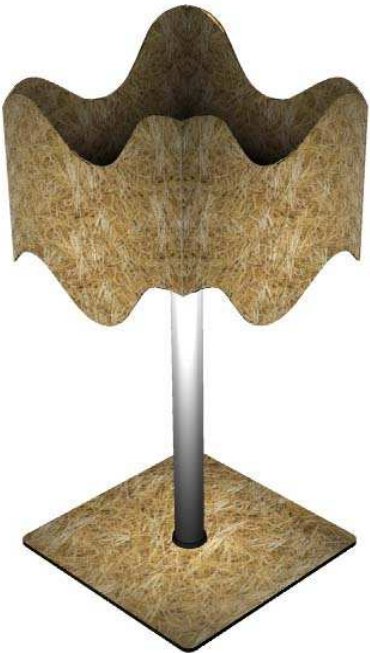
QUADRO 20 – Alternativa 2

Alternativa 3	Descrição
	<p data-bbox="986 1144 1262 1178">Luminária de Chão</p> <p data-bbox="834 1256 1414 1402">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira; Formas: Retas e Orgânicas;</p>


QUADRO 21 – Alternativa 3

Alternativa 4	Descrição
	<p data-bbox="919 293 1326 327">Luminária de Teto Pendente</p> <p data-bbox="833 405 1412 658">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e suporte de fixação no teto em aço e parafusos; Formas: Orgânicas;</p>

QUADRO 22 – Alternativa 4

Alternativa 5	Descrição
	<p data-bbox="983 1128 1259 1162">Luminária de Mesa</p> <p data-bbox="817 1240 1428 1442">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e tubo metálico para sustentação; Formas: Retas e Orgânicas;</p>

QUADRO 23 – Alternativa 5

Alternativa 6	Descrição
	<p data-bbox="981 295 1260 324">Luminária de Mesa</p> <p data-bbox="817 405 1428 548">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e tubo metálico para sustentação e porta objetos;</p> <p data-bbox="917 568 1324 598">Formas: Retas e Orgânicas;</p>


QUADRO 24 – Alternativa 6

Alternativa 7	Descrição
	<p data-bbox="981 1135 1260 1164">Luminária de Mesa</p> <p data-bbox="817 1245 1428 1388">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e tubo metálico para sustentação;</p> <p data-bbox="890 1408 1353 1438">Formas: Retas e Arredondadas;</p>

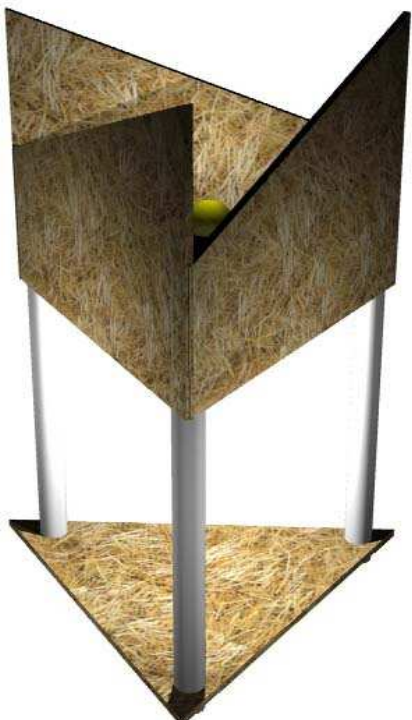
QUADRO 25 – Alternativa 7

Alternativa 8	Descrição
	<p data-bbox="981 293 1259 327">Luminária de Mesa</p> <p data-bbox="815 405 1426 607">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e tubo metálico para sustentação; Formas: Retas e Pontiagudas;</p>

QUADRO 26 – Alternativa 8

Alternativa 9	Descrição
	<p data-bbox="919 1111 1323 1144">Luminária de Teto Pendente</p> <p data-bbox="831 1223 1410 1476">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e suporte de fixação no teto em aço com parafusos; Formas: Retas e Orgânicas;</p>












QUADRO 27 – Alternativa 9

Alternativa 10	Descrição
	<p data-bbox="986 327 1257 360">Luminária de Mesa</p> <p data-bbox="818 439 1428 636">Material: Compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira e tubo metálico para sustentação; Formas: Retas e Pontiagudas;</p>

QUADRO 28 – Alternativa 10

5.4 Matriz de Seleção

A matriz de seleção apresentada no Quadro 29 é uma ferramenta que auxilia na escolha pela alternativa final. As alternativas devem atender satisfatoriamente os requisitos de projeto. Os critérios de avaliação são aspectos que analisam se a alternativa atende ou não o requisito proposto. Assim foram atribuídas notas de 0 a 2, onde 0 = não atende, 1 = atende parcialmente e 2 = atende.

X		Critérios de Avaliação							X
Alternativas		Uso de compósitos de resina poliéster reforçados com fibra de pupunheira como matéria prima	Ambientalmente amigável/sustentável	Fácil para fabricar	Limpeza/Manutenção Fácil	Formas simples/design clean	Lâmpadas Econômicas	Design Inovador	TOTAL
1		2	2	1	1	1	2	2	11
2		2	2	1	1	1	2	2	11
3		2	2	2	1	2	2	1	12
4		2	2	2	2	2	2	2	14
5		2	2	2	2	2	2	1	13
6		2	2	2	2	2	2	2	14
7		2	2	1	1	2	2	1	11
8		2	2	2	2	2	2	1	13
9		2	2	1	1	1	2	2	11
10		2	2	2	2	2	2	1	13

QUADRO 29 – Matriz de Seleção das Alternativas Geradas

Na matriz de seleção as alternativas 4 e 6 apresentaram melhor pontuação, no entanto, algumas melhorias que visam atender completamente todos os requisitos de projeto precisaram ser feitas.

5.5 Desenvolvimento das Alternativas Escolhidas

Para atender plenamente os requisitos de projeto, otimizar o processo de fabricação, facilitar o uso e melhorar o design algumas modificações foram feitas nas luminárias.

Para a alternativa 4, um pendente, o sistema de fixação no teto foi modificado por uma por uma estrutura mais leve e flexível e o design da chapa fabricada com resina e fibra de pupunheira ficou mais robusta (Figura 19) e com dimensões maiores para facilitar a colocação dos parafusos e aproveitar melhor a chapa que possui 600X600 mm.



FIGURA 19 – Luminária de Teto (Alternativa Escolhida e Alternativa Final)

As melhorias na alternativa 6 são apresentadas na Figura 20 e consistem em um aumento na altura da cúpula para esconder o sistema elétrico e a lâmpada. A diminuição da altura do tubo metálico que sustenta a cúpula proporciona maior

estabilidade à luminária e a nova base menor e mais leve segue as diretrizes do ecodesign.



FIGURA 20 – Luminária de Mesa (Alternativa Escolhida e Alternativa Final)

5.6 Discussão sobre as Luminárias (Produto Desenvolvido)

A Figura 21 apresenta fotografias das luminárias prontas de teto e mesa.



FIGURA 21 – A - Fotografia da Luminária de Teto e B – Fotografia da Luminária de Mesa

A luminária de teto (pendente) utiliza 3 lâmpadas fluorescentes, a chapa feita com o compósito foi fixada por dois parafusos e a fixação no teto foi feita com cabos de aço. A chapa possui forma orgânica e a coloração da resina aliada à disposição aleatória das fibras proporcionou conforto visual e destacou as características inovadoras do produto.

O modelo de mesa necessita de uma lâmpada fluorescente e possui porta objetos. A base e a cúpula foram confeccionadas com as chapas fabricadas a partir dos compósitos. As limitações do material possibilitaram a criação da cúpula em formas retas e a base em forma orgânica. As partes que compõe a cúpula foram unidas com cianoacrilato penteno de metila.

Ao analisar os riscos à saúde humana e ao meio ambiente para todas as etapas envolvidas na geração desses produtos foi possível constatar que:

- A etapa de preparação das fibras é lenta e artesanal, o desenvolvimento de um gabarito facilitou o trabalho de corte. Ao pensar em produção em maior escala seria importante aplicação de um equipamento que fizesse o processo de raspagem e corte das fibras. O risco à saúde limita-se a um possível acidente com a faca de raspagem quanto ao ambiente não foi identificado qualquer risco uma vez que os resíduos gerados são provenientes de processo mecânico e ao considerar que o material é vegetal há possibilidade de reincorporação ao solo.
- Durante a produção das chapas foi possível observar que o processo de fabricação é simples, pois ocorre a mistura direta da matriz e das fibras (reforço) sendo vertida no molde em seguida. Entretanto nessa etapa, há risco à saúde do indivíduo em virtude da resina ser diluída em monômero de estireno o qual pode penetrar no organismo por inalação, ingestão, contato com a pele e olhos. Tanto o líquido como o vapor é irritante para os olhos, nariz, garganta e pele (FISPQ, web, 2012). Por isso, a produção das chapas deve ocorrer em câmara de exaustão ou com a pessoa usando conjunto de EPI e em ambiente bem arejado.
- Ainda durante a fabricação das chapas, merece destaque o fato que alguns fabricantes recomendam a utilização de 2% de catalisador para reticulação da resina, essa porcentagem não pode ser utilizada quando se acrescenta a fibra

de pupunheira ao compósito, pois a fibra queima devido a cura muito rápida. Foram fabricadas chapas relativamente grandes, e essas podem empenar durante a reticulação, no entanto, recomenda-se não colocar pesos para prensar a chapa, pois se corre o risco de a chapa grudar no molde de vidro dificultando e até impossibilitando a retirada da chapa do molde de vidro.

- Na etapa de confecção das luminárias observou-se que os riscos à saúde consistem em possíveis acidentes na manipulação de ferramentas de corte (serra fita) e furação (furadeira portátil). Quanto ao meio ambiente não foi identificado qualquer risco.
- A exposição das luminárias à luz no ensaio de fotoperíodo mostrou que o material não sofreu nenhuma alteração na estrutura e coloração, indicando a viabilidade de aplicação do material em luminárias de diferentes tamanhos e formas desde que as chapas sejam planas.

De acordo com INMETRO (2012, web), dentre os ensaios que uma luminária, ou suas partes, deve passar, estão aqueles que demonstrem sua estabilidade térmica. Neste trabalho, as peças responsáveis pela condução de corrente elétrica e o bocal para colocar a lâmpada foram aqueles provenientes de luminárias disponíveis no mercado brasileiro, para os quais se pressupôs que estão adequados ao uso. O único material a ser testado seriam as placas do compósito desenvolvido para este estudo.

Sendo assim, inicialmente procedeu-se a análise de degradação térmica do material, cujo resultado é apresentado na Figura 22.

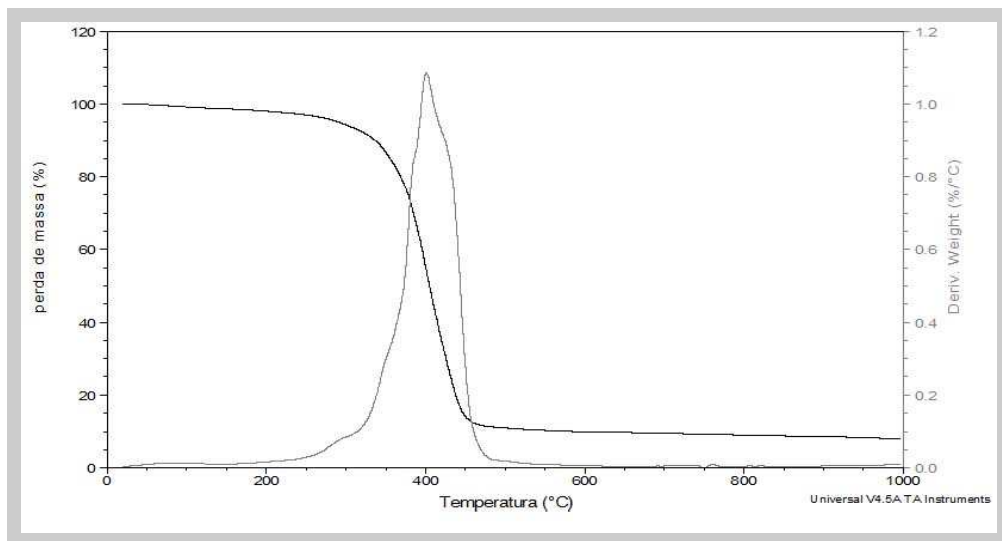


FIGURA 22 - Análise de Degradação Térmica do Material

As curvas TG e DTG permitem observar que ocorre há um evento com grande perda de massa, cujo temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$) é 401 °C esse evento representa uma perda de massa da ordem de 85%. A DTG apresenta um pequeno ombro à esquerda desse evento principal, a uma temperatura em torno de 300°C. Esse primeiro estágio de degradação pode ser atribuído tanto a degradação do material vegetal presente, quanto à um estágio de degradação da resina poliéster. No caso das fibras vegetais a despolimerização da hemicelulose e a separação dos glicosídeos da celulose ocorre entre 250 °C e 300 °C e a degradação da α -celulose ocorre entre 325 e 360 °C (MOHANTY *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2008). Enquanto que essa resina poliéster, de acordo com Farina (2009), apresenta estágios de degradação em 322 °C e 420 °C, respectivamente. Observa-se ainda que não foi registrado perda de massa em temperatura inferior a 150 °C, indicando a ausência de umidade no material.

Embora toda a concepção do produto tenha sido baseada na aplicação do compósito em luminárias que usariam lâmpadas fluorescentes (cuja temperatura de trabalho não excede a 70 °C, dados não mostrados), procedeu-se uma análise do material expondo-o à temperatura de 90 °C por 30 minutos. Isso para verificar sua estabilidade frente a uma fonte de calor a essa temperatura, ou seja, uma lâmpada incandescente de 60W. A Figura 23, apresenta as curvas de perda de massa em função do tempo de exposição e a respectiva curva da primeira derivada. Verifica-se que a perda de massa total é de 1,2% sendo a maior taxa entre 5 e 6 min e

tendendo ao equilíbrio após os 17 min. Essa perda de massa pode estar relacionada à perda de umidade pois o material não foi previamente seco e, uma vez desumidificado, não sofreu outra alteração. Cabe destacar que ao final desta análise térmica a amostra estava intacta dentro porta amostra do aparelho.

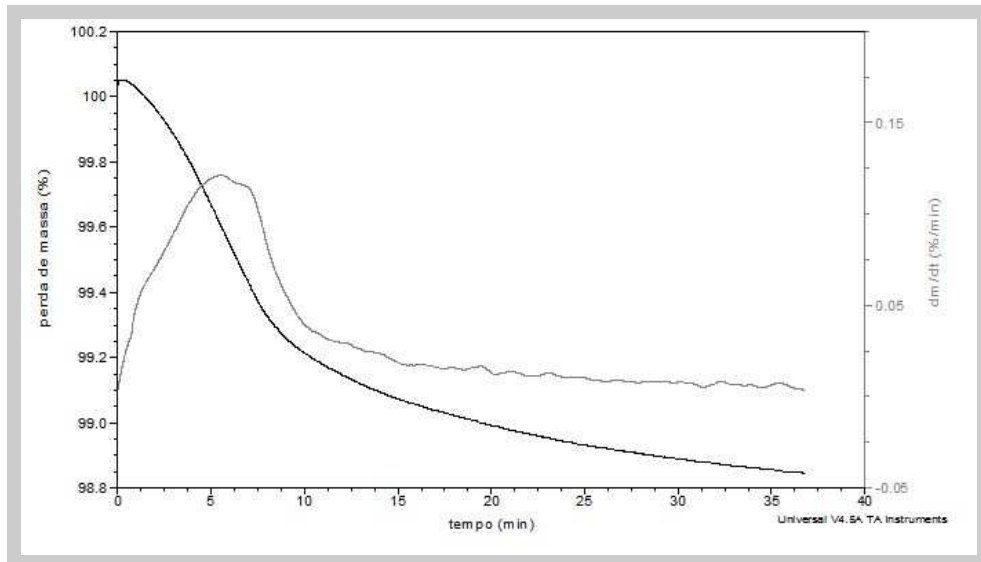


FIGURA 23 - Análise de Degradação do Compósito a 90 °C

Como forma de explorar o extremo na exposição ao calor, procedeu-se o mesmo ensaio em temperatura 20 °C superior ao ensaio anterior. Como pode ser observado na Figura 24, a perda total de massa na análise a 110 °C foi de 2,2% sendo a maior taxa de perda também entre 5 e 7 min tendendo ao equilíbrio após 22 min nessa temperatura. Nesta análise, a amostra retirada do aparelho mostrou-se mais escura, mas não houve deformação indicando que, caso exposta sob essas condições pode começar a modificar.

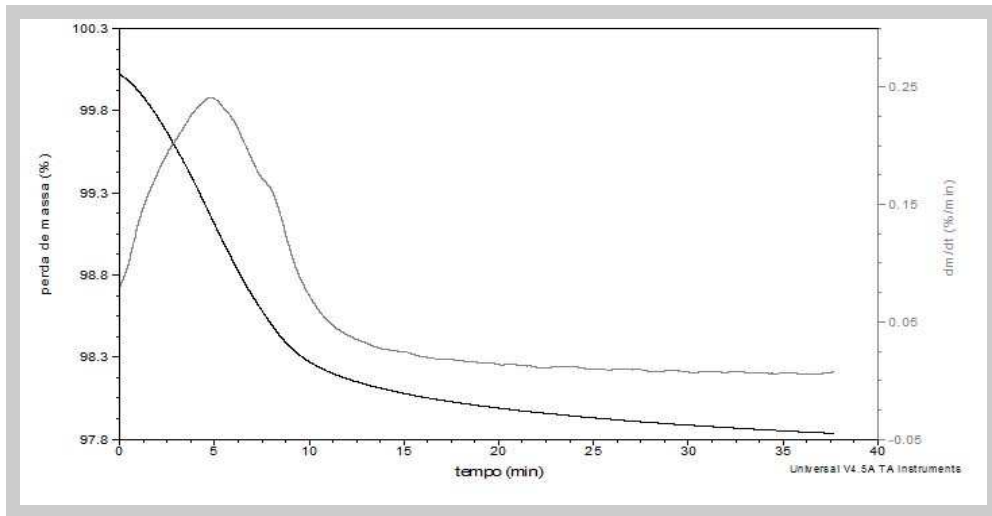


FIGURA 24 - Análise de Degradação do Compósito a 110 °C

A partir desses resultados considera-se que é possível usar o material em luminárias de mesa e pendentas, mesmo que a lâmpada a ser usada seja de 60W incandescente. Porém, como medida de segurança e durabilidade dos produtos entende-se que é importante deixar expresso que a luminária deve ser usada com lâmpadas econômicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho os objetivos foram atendidos pelo desenvolvimento de duas luminárias, uma pendular e uma de mesa a partir de compósitos de resina poliéster e fibra de pupunheira distribuídas aleatoriamente na matriz. As características de usabilidade do material permitiram mesclar formas orgânicas, planas e retas no projeto das luminárias, apresentando design inovador caracterizado pelos aspectos formais, conceituais e visuais.

A utilização desse material, proveniente de fonte renovável, mais leve, que possui baixo custo, é durável e de fácil reaproveitamento incorporou ao trabalho alguns princípios de ecodesign. As luminárias contribuíram para minimização dos impactos ao meio ambiente por serem fáceis de desmontar, reciclar e evitarem qualquer tipo de poluição.

Este foi o primeiro estudo de produto desenvolvido explorando o efeito da distribuição aleatória das fibras de pupunheira na matriz poliéster, é importante destacar que essa forma de distribuição apresenta boa qualidade estética e facilita a fabricação dos compósitos. De acordo com as análises térmicas, os compósitos apresentam estabilidade quando expostos a temperaturas atingidas por lâmpadas incandescentes.

A fabricação de chapas quadradas de grandes dimensões dificulta a retirada dos compósitos do molde de vidro, facilita o surgimento de trincas e exige maior experiência prática. As chapas retangulares mostraram-se menos sucessíveis ao empenamento.

Resinas poliéster envasadas em embalagens diferentes, porém do mesmo fabricante, apresentaram diferença na coloração e translucidez. As fibras tendem a se aglomerar e flutuar, pela diferença da densidade entre a fibra e resina, portanto a fabricação de chapas com espessura superior que 5 mm apresentaram as fibras aglomeradas na parte superior da chapa.

Como contribuição para futuros trabalhos que utilizem fibras aleatórias podem ser desenvolvidos produtos na área mobiliários, decoração e aplicação em produtos diversos podendo explorar a iluminação para destacar a qualidade estética do material.

REFERÊNCIAS

ABMACO – Associação Brasileira de Compósitos. **Compósitos**. Disponível em: <<http://www.abmaco.org.br>> Acesso em: 03 agosto 2010.

ALTENAPLUS. Disponível em: <<http://www.altenaplus.com.br>> Acesso em: 31 de maio de 2010.

AMICO, S.C. ; ANGRIZANI, C.C. ; DRUMMOND, M.L. Influence of the Stacking Sequence on the Mechanical Properties of Glass/Sisal Hybrid Composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites (Print)**, v. 29, p. 179-189, 2010.

ARCOWEB. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br>> Acesso em: 20 de maio de 2010.

ASHBY, M. KARA, J. **Materiais e Design**. 2 . ed. Rio de Janeiro: Campus, 2011.

BANAK IMPORTA. Disponível em: <<http://www.banak.com>> Acesso em: 16 de ago de 2010.

BARAUNA, D.; SILVEIRA, S.C.; FARINA, M.Z.; SILVA, D.A.K..Desenvolvimento de cuba para banheiro e lavabo: Agregando valor as fibras de pupunheira. *In*: Desenhando o Futuro 2001: **1º Congresso Nacional de Design**, 2011, Bento Gonçalves. Anis do Desenhando o Futuro, 2011.

BATISTA, K.C.; SILVA, D.A.K. ; COELHO, L.A.F.; PEZZIN, S.H.; PEZZIN, A.P.T. . Soil biodegradation of PHBV/peach palm particles biocomposites. **Journal of Polymers and the Environment**, 2010.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BORCHARDT, M. **Implementação do ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica**. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28, 2007, Foz do Iguaçu, PR. Foz do Iguaçu: ENEGEP. (CD-ROM).

CALLISTER JR., WILLIAN D. **Ciência e engenharia de materiais uma introdução**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

CAMPANA. **Projetos**. Disponível em: <<http://www.campanas.com.br>> Acesso em: 29 de nov 2010.

CARMO, C. A. e F. de Santana. **Aspectos culturais e zoneamento da pupunha no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.

CAVALCANTI, W. S. ; LIMA, A G B ; CARVALHO, L. H. Sorção de água em compósitos de poliéster insaturado reforçados com tecidos de juta e juta/vidro: Modelagem, simulação e experimentação. **Polímeros** v. 20, p. 78-83, 2010.

CHAIMSOHN, F.P. **Cultivo de pupunha e produção de palmito**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000.

CLIMACO, E.; SILVA, J. da. **Mobiliário de jantar contemporâneo: Agregando valor por meio da fibra de pupunha**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Design). Universidade da Região de Joinville. 2010.

CORRADINI, E ; IMAM, Syed H. ; AGNELLI, José A. M. ; MATTOSO, Luiz H. C. . Effect of Coconut, Sisal and Jute Fibers on the Properties of Starch/Gluten/Glycerol Matrix. **Journal of Polymers and the Environment**, p. 1, 2009.

DAVID TRUBRIDGE. **Designs**. Disponível em: <<http://www.davidtrubridge.com>> Acesso em: 25 de nov 2010.

DE CARVALHO, L.H. ; MORAES, G.S. ; D'ALMEIDA, J.R.M. Influence of Water Absorption and Pre-drying Conditions on the Tensile Mechanical Properties of Hybrid Lignocellulosic Fiber/Polyester Composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, v. 28, p. 1921-1932, 2009.

DESIGN BOOM. Disponível em: <<http://www.designboom.com>> Acesso em: 02 de jun de 2010.

DOMINICI. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.dominici.com.br>> Acesso em: 14 de fev de 2011.

EKOPLUS. **Wood Plastic Composite**. Disponível em: <<http://www.ekoplus.com.br>> Acesso em: 11 setembro 2011.

FARIAS, M. A. **Compósitos de resina poliéster insaturado reforçados com fibra e pó de pupunheira: caracterização mecânica e perfil de absorção de água.** Joinville 2007. TCC - Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE.

FARIAS, M. A. de; FARINA, M. Z.; PEZZIN, A. P. T.; SILVA, D. A. K. Unsaturated polyester composites reinforced with fiber and power of peach palm: mechanical characterization and water absorption profile. **Materials Science & Engineering. C, Biomimetic Materials, Sensors and Systems**, v. 29, p. 510-513, 2008.

FARINA, M.Z. **Análise da aplicação de resíduos do corte de palmito pupunha (*Bactris gasipaes H.B.K.*) em compósitos de matriz poliéster com diferentes proporções.** Joinville 2009. TCC – Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE.

FERNANDES, Dulce. ARMELLINI, Carolina. **Desenvolvimento de novas técnicas para utilização de sucata de vidro visando a produção de novos produtos.** Anais P&D Design. São Paulo, 2004.

FISPQ. Disponível em: <<http://www.pro-analise.com.br/fispq>> Acesso em: 20 jan 2012.

FIBRA DESIGN SUSTENTÁVEL. **Compensado de Pupunha.** Disponível em: <<http://www.fibra-ds.com/pupunha.htm>> Acesso em: 30 julho 2009.

FONTAN JR, O; OLIVEIRA, F; SILVA, D.A.K.; Caracterização de compósitos híbridos de fibra de pupunheira/fibra de vidro em matriz de resina poliéster insaturada. *In*: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, CBCiMat, 2010, Campos do Jordão, SP. **Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, CBCiMat, 2010. p. 2707-2715.

FUNDEP. Disponível em: <<http://www.fundep.br>> Acesso em: 19 de abr 2011.

FUTURA. Disponível em: <<http://www.futura.org.br>> Acesso em: 4 de jan 2011.

G1. Disponível em: <<http://www.g1.com.br>> Acesso em: 15 de abr 2012.

GREENPEACE. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br>>> Acesso em: 4 de jan 2011.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. AÇÁI (*Euterpe oleracea* Mart.). Boletim n. 200, 1998. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Lavouras. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201005comentarios.pdf> Acesso em 18/06/2011.

INMETRO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>> Acesso em: 10 jun 2012.

IUCN. Disponível em: <<http://www.iucn.org>> Acesso em: 10 jun 2012.

INPA – Instituto de Pesquisas da Amazônia. CPCA – Centro de Pesquisas em Ciências Agrônomicas. **Cultivo da Pupunha**. Disponível em: <<http://www.inpa.gov.br/cpca/areas/pupunha.html>> Acesso em: 29 julho 2009.

KARLSSON, R.; LUTTROPP, C. Ecodesign: what's happening? An overview of the subject area of Ecodesign and the papers in this special issue. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1291-1298, 2006.

KAZAZIAN, T. **Haverá a idade das coisas leves**. São Paulo: Senac São Paulo, 2005.

KINDLEIN JUNIOR, W.; BRAUM, A. F.; GUANABARA, A. S.. **Estudo da melhoria da sustentabilidade de projeto de novos produtos baseados na biônica**. Anais P&D Design. São Paulo, 2004.

LEÃO, A. L.. **O Sisal do Brasil**. Bahia: Link, 2007.

LESKO, Jim. **Design Industrial Materiais e Processos de Fabricação**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

LEWIS, H.; GERTSAKIS, J. **Design + environment: a global guide to designing greener goods**. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

LJUNGBERG, L. Responsible products: selecting design and materials. **Design Management Review**, v. 16, n. 3, p. 64-73, 2005.

MANO, B. Araújo, J.R., Spinacé M.A.S., De Paoli M.A. Polyolefin composites with curaua fibres: Effect of the processing conditions on mechanical properties, morphology and fibres dimensions. **Composites Science and Technology** v. 70, p. 29–35, 2010.

MANZINI, E. VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Edusp, 2008.

MARINELLI, A., MONTEIRO, M.R., AMBRÓSIO, J.D., BRANCIFORTI, M.C., KOBAYASHI, M., NOBRE, A.D. Desenvolvimento de compósitos poliméricos com fibras vegetais naturais da biodiversidade: uma contribuição para a sustentabilidade amazônica. **Polímeros**, São Paulo, abr/jun 2008.

MERICO, Luiz Fernando. **Introdução a Economia Ecológica**. Blumenau: Edifurb, 2002.

MIRANDA, M, A. **Avaliação das propriedades mecânicas: tração e impacto, para matriz de poliéster insaturada reforçada com pó da pupunheira (*Bactris gasepaes* H.B.K.)** Joinville 2007. TCC - Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE.

MOHANTY, A. K., MISRA, M. AND HINRICHSEN, G. (2000). **Biofibres, Biodegradable Polymers and Biocomposites: An Overview**, **Macromol. Mater. Eng.**, 276/277: 1–24.

MOTOROLA. Disponível em: <<http://www.motorola.com.br>> Acesso em: 11 de jan 2011.

PAPANEK, Victor. **Arquitetura e Design**. Lisboa: Edições 70, 1995. (PINHEIRO, 2000).

PAZMINO, Ana Verônica. Uma reflexão sobre Design Social, Eco Design e Design Sustentável. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL. I, 2007, Curitiba. **Anais do I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESIGN SUSTENTÁVEL**. Curitiba, 2007, p. 1-10.

Pupunha-Net. **Rede de pesquisa e desenvolvimento da pupunha no Brasil.** Disponível em: <<http://www.inpa.gov.br/pupunha>> Acesso em: 03 agosto de 2006.

RAO, K.M.M.; RAO, K.M.; PRASAD, A.V.R. Fabrication and testing of natural fibre composites: Vakka, sisal, bamboo and banana. **Materials and Design**, 31 (2010) 508–513.

RAMOS A; BOVI MLA; FOLEGATTI MV; DIOTTO AV. Estimativas da área foliar e da biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. **Horticultura Brasileira** v.26, p.138-143, 2008.

RODRIGUES, A. dos S.; DURIGAN, M. E. **O agronegócio do palmito no Brasil.** Londrina: IAPAR, 2007. 131 p. (IAPAR. Circular técnica, 130)

ROSA, M F.; CHIOU, BOR-SEN ; MEDEIROS, E. S. ; WOOD, D F. ; WILLIAMS, TG.; MATTOSO, LHC.; ORTS, WJ.; IMAM, S H.. Effect of fiber treatments on tensile and thermal properties of starch/ethylene vinyl alcohol copolymers/coir biocomposites. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5196-5202, 2009.

SALATI, E.; SANTOS, A. A. dos; KLABI, I. Temas Ambientais Relevantes. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 56, jan./abr. 2006.

SAMPAIO, L. C.; NETO, S. N. O.; LELES, P. S. S.; SILVA, J. A.; VILLA E. B. Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude). **Revista Floresta e Ambiente**. v. 14, n. 1, 2007.

SAMPAIO, C. P. **Diretrizes para o design de embalagens em papelão ondulado movimentadas entre empresas com base em sistemas produto-serviço.** 2008. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Paraná.

SANTOS, A. S. **Estudo da Viabilidade de aplicação de fibras de pupunheira (bactris gasepaes H.B.K.) como alternativa a fibra de vidro no desenvolvimento de produtos.** 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville, Joinville.

SANTOS, Á. F.; BEZERRA, J. L.; TESSMANN, D. J.; POLTRONIERI, L. S. **Ocorrência de *Curvularia senegalensis* em pupunheira e palmeira real no Brasil.** Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582003000200017> Acesso em: 03 agosto de 2007.

SANTOS, P. A. ; SPINACÉ, M. A. S. ; FERMOSELLI, K. K. G.; DE PAOLI, M.A. Efeito da forma de processamento e do tratamento da fibra de curauá nas propriedades de compósitos com poliamida-6. **Polímeros**, v. 19, p. 31-39, 2009.

SATYANARAYANA, K.G.; GUIMARÃES, J.L.; WYPYCH, F. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. **Composites: Part A** v. 38 p.1694–1709, 2007.

TAMBINI, Michael. **O design do século**. São Paulo: Ática, 2004.

SILVA, R.; HARAGUCHI, S.K.; MUNIZ, E. C.; RUBIRA, A.F.. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. **Quim. Nova**, 32 (3) (2009) 661-671.

SILVA, J, R. G. **Materiais: ciência e tecnologia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 38, 1994, Blumenau. Anis São Paulo:ABC, 1994. V1.

TOK STOK. Disponível em: <<http://www.tokstok.com.br>>> Acesso em: 22 de mar 2011.

VEJA. Disponível em: <<http://www.veja.abril.com.br>> Acesso em: 10 de jun 2012.

VENZKE, C. A **Situação do Ecodesign em Empresas Moveleiras da Região de Bento Gonçalves - RS**: Análise das Posturas e Práticas Ambientais. Porto Alegre, 2002. Dissertação - (Mestrado em Administração), Programa de Pós-graduação em Administração, UFRGS.

VERRUMABERNARDI, M. R.; MORAES, C. W. S. de; MACHADO, C; KAJISHIMA S.; COSTA, E. Q. Análise descritiva quantitativa do palmito de pupunheira. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, 2007.

VEZZOLI, C. **Design de Sistemas para a Sustentabilidade**. Salvador: EDUFBA, 2010.

VIEIRA, C. A. B. ; MONDADORE, N. M. L. ; FREIRE, E. ; AMICO, S. C. ; ZATTERA, A. J. Interferência da lavagem de fibras sobre o desempenho do sizing nas propriedades mecânicas em compósitos híbridos vidro/sisal. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v.10, p. 222-234, 2009.

WWF. Disponível em: <<http://www.wwf.org.br>> Acesso em: 07 de fev 2011.

APÊNDICES

Apêndice A – Entrevista

Loja: Cia da Luz

Endereço: Rua Ministro Calógeras, 1575 Atiradores – Joinville – SC

Telefone: 3027-7889

Cargo: Vendedor

1 De um modo geral, como você caracteriza o público que adquire luminárias ecológicas?

R: *São pessoas que possuem casa própria, buscam produtos práticos, fáceis de limpar e trocar as lâmpadas e querem luminárias com lâmpadas econômicas.*

2 Qual o sexo?

R: *Ambos os Sexos.*

3 Preocupam-se com o preço?

R: *Sim.*

4 Qual classe social pertencem?

R: *A e B.*

5 Para qual ambiente adquirem a luminária?

R: *Sala.*

6 Quais formas mais agradam o público?

R: *Modernas, retas.*

7 Qual faixa etária?

R: *25 a 50 anos.*

Apêndice B - Entrevista

Loja: Luminarium

Endereço: Rua: Blumenau, 1541 América – Joinville – SC

Telefone: 3423-2400

Cargo: Vendedora

1 De um modo geral, como você caracteriza o público que adquire luminárias ecológicas?

R: *Geralmente são pessoas que estão decorando ou reformando a casa ou apartamento próprio. O pessoal busca muito luminárias para decorar a sala, querem algo fácil de limpar e que não gaste muita energia, as lâmpadas fluorescentes são as mais vendidas.*

2 Qual o sexo?

R: *Ambos os Sexos.*

3 Preocupam-se com o preço?

R: *Não.*

4 Qual classe social pertencem?

R: *B.*

5 Para qual ambiente adquirem a luminária?

R: *Sala.*

6 Quais formas mais agradam o público?

R: *Linhas retas.*

7 Qual faixa etária?

R: *30 a 50.*

Apêndice C – Entrevista

Loja: Illuminare

Endereço: Rua: 25 de julho, Cond. Parco Perini sala 32, América – Joinville – SC

Telefone: 3025-4649

Cargo: Vendedor

1 De um modo geral, como você caracteriza o público que adquire luminárias ecológicas?

R: *São casais bem sucedidos que estão montando a casa nova ou reformando, eles querem produtos inovadores e práticos para decorar ambientes sociais como salas, gostam dos modelos mais contemporâneos com linhas retas. As lâmpadas fluorescentes e LEDs são as mais procuradas, porém o LED é mais caro.*

2 Qual o sexo?

R: *Casais, homens e mulheres.*

3 Preocupam-se com o preço?

R: *Sim.*

4 Qual classe social pertencem?

R: *A maioria é classe B.*

5 Para qual ambiente adquirem a luminária?

R: *Salas e ambientes sociais.*

6 Quais formas mais agradam o público?

R: *Formas retas e geométricas.*

7 Qual faixa etária?

R: *25 a 45 anos.*

Apêndice D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Conforme Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 (Conselho Nacional de Saúde)

Eu, _____, aceito livremente participar da pesquisa “Geração de Produtos a partir de compósitos de resina poliéster e resíduos de pupunheira (*bactris gasipaes* H.B.K) da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, sob responsabilidade da pesquisadora Thamara Cristina Brehm, aluna do Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente da UNIVILLE.

O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade de geração de produtos a partir de compósitos de resina poliéster e resíduos de pupunheira, aliando conceitos de design, sustentabilidade, inovação e funcionalidade.

Minha participação neste estudo consistirá apenas no preenchimento deste questionário, respondendo as perguntas formuladas.

Estou ciente de que a pesquisadora responsável pelo estudo se compromete em realizar suas ações sem qualquer prejuízo para mim, garantindo os esclarecimentos necessários durante o desenvolvimento da pesquisa e que esta não trará nenhum risco à minha integridade física ou moral. Minha participação é voluntária e, portanto, em qualquer momento poderei recusar a participar da pesquisa ou retirar meu consentimento, sem penalização alguma.

Compreendo também que as informações obtidas neste estudo trarão maior conhecimento sobre o tema abordado contribuindo para minimização dos impactos ambientais e inserindo novos conceitos de consumo na sociedade destacando a necessidade de se pensar de modo diferente.

Para outras informações ou esclarecimentos, entrar em contato com Thamara Cristina Brehm ou Denise Abatti Kasper Silva através dos números: 47 3439-5953 ou 47 9927-1101.

Para reclamações, entrar em contato através do número 47 3461-9152.

Atenção: A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para: Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVILLE. Endereço: Campus Universitário – Bom Retiro – Caixa Postal 246 – Cep 89.223-251 – Joinville, SC.

Assinatura