

# TRANSTORMAÇÃO DO PLANO UM EXPERIMENTO SOBRE PROCESSO DE DESIGN

**Aluno: Heleno de Albuquerque Petra Bittencourt**  
**Orientador: Cláudio Freitas de Magalhães**

## Introdução

A maior parte dos produtos vem evoluindo de forma incremental a partir de um processo de design convencional [9]. Um dos aspectos deste processo é a divisão entre o espaço do problema e o espaço da solução. Pode ser dito que esta divisão caracterizaria um projeto, ou seja, a solução surge de um problema pré-definido e anteriormente analisado. Algumas propostas [6] defendem a contextualização do método ao projeto. Desta forma, contextos dinâmicos ou produtos inovadores exigiriam processos com maior sobreposição entre o espaço do problema e da solução em um projeto [8]. Em projetos inovadores, esta seqüência pode ser invertida. Partindo de experimentações e soluções, algumas empresas redirecionam conhecimentos e capacitações tecnológicas a partir de concepções de produtos exploratórios.

## Objetivos

Esta pesquisa pretende investigar a potencialidade de inovação da transformação do plano como princípio para exploração de novas formas e conceitos de produto, e como princípio de solução construtiva para problemas de projeto. Para efeito da delimitação desta pesquisa, pretende-se estudar o contexto dos produtos produzidos a partir de materiais transformados e disponibilizados em superfícies planas, como papéis, tecidos, chapas metálicas e plásticas.

## Metodologia

Visando identificar a potencialidade da geração de formas a partir da transformação do plano como incitação para soluções ou desenvolvimento de produtos, a metodologia utilizada reviu estudos e tratados sobre princípios e fundamentos da forma e da configuração [7] [1] [3], técnicas de criatividade [6] e estudos correlatos [2] [4] [5].

Pesquisas iconográficas de produtos desenvolvidos com transformações de planos de diversos materiais foram realizadas para orientar a pesquisa e influir na seleção dos estudos de caso para o desenvolvimento de novos produtos. Foram levantados 112 produtos, e com esta amostra foram feitas classificações<sup>1</sup> com o objetivo de identificar estratégias que pudessem ser utilizadas para desenvolvimento de produto e levantar novas questões para serem pesquisadas nas explorações. Utilizou-se o “agrupamento de imagens por semelhanças e diferenças” e a “descrição de atributos das imagens”. O registro sistemático

---

<sup>1</sup> Neste relatório não foram inseridas todas as imagens dos produtos devido ao seu volume e aos limites máximos de páginas definidos para este relatório. No entanto, algumas imagens de produtos levantados são apresentados como exemplo das classificações realizadas.

através de fotos, pequenas filmagens e simulações virtuais, seguidas de análise da configuração estética e classificação desta geração serviram como reflexão sobre o processo criativo e para decisões de aperfeiçoamentos e mudanças necessárias, assim como, para a exploração concentrada nos modelos promissores.

A partir de oportunidades de projeto de produtos que surgiram ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram realizadas aplicações da transformação do plano:

- Sistema “Planus” de mobiliário para eventos;
- Estilete em aço inox “Estileto”;
- Linha “Silhueta” de produtos para escritório.

## **Categorização de produtos com Transformação do Plano**

Na pesquisa iconográfica foram utilizadas como fonte de pesquisa livros e revistas e, principalmente, a Internet. Depois de já haver uma amostra considerável de produtos, deu-se início a um processo para tentar classificá-los. O objetivo era encontrar padrões e princípios que pudessem demonstrar estratégias para a transformação do plano. O método de “agrupamento de imagens por semelhanças e diferenças” resultou nas classificações ligadas às propriedades dos materiais dos produtos, às suas estruturas construtivas, aos seus processos produtivos e às suas utilizações.

### ***Propriedades do Material***

A categoria “Propriedade do Material” deriva da análise os conceitos de Elasticidade, Plasticidade e Rigidez da(s) matéria(s)-prima(s) que compõe as chapas dos produtos. Uma mesma chapa pode ter as três propriedades. Tudo vai depender do tipo de intervenção que é realizada.

- Elástico: a chapa dos produtos sempre tende a voltar ao plano. E essa força é usada como elemento de fixação e/ou geração de movimento.



**Foto 1 exemplos de produtos elásticos**

- Plástico: a chapa não retorna ao estado plano depois de dobrada e/ou curvada. Diferente da Elasticidade, não são necessários mecanismos que impeçam o retorno da chapa ao estado plano.



Foto 2 exemplos de produtos plásticos

• Rígido: a chapa não permite deformação elástica ou plástica. A tentativa de gerar curvaturas na chapa ocasionará a sua ruptura. A Rigidez lida com a espessura. Uma chapa em estado rígido permite que a sua espessura seja usada como elemento estrutural do produto.



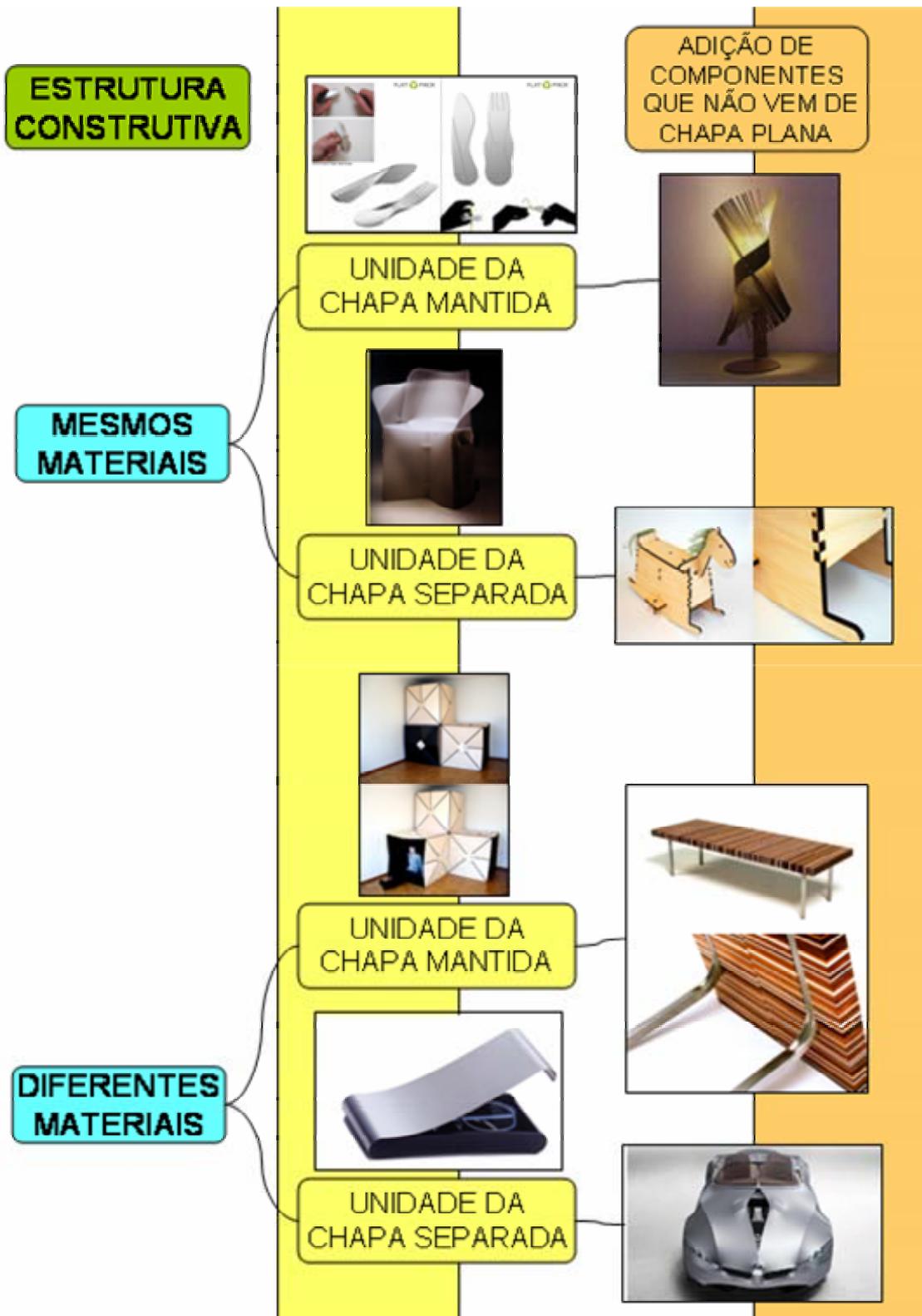
Foto 3 exemplos de produtos rígidos

### ***Estrutura construtiva***

A categoria “Estrutura Construtiva” resulta da análise dos princípios estruturais do produto e seu nível de complexidade. Esta complexidade aumenta de acordo com a variedade de chapas, quantidade de planificações separadas e a adição de componentes que não vem de uma chapa plana<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> A repetição de algumas imagens em diversas categorias demonstra que alguns produtos são resultados de diversas estratégias de transformação do plano.



A busca por outras classificações continuou com o método de “descrição de atributos das imagens”. Foram reunidas as fotos de todos os produtos em um mesmo lugar, sem hierarquia ou ordem. Depois as mesmas foram analisadas uma a uma e sobre cada foto era feito um *Brain Storming*, onde se listavam palavras e frases relacionadas aos produtos. As palavras foram agrupadas e ao final do processo surgiram mais três categorias de classificação: utilidade do produto, matérias-primas e processos de fabricação usados para produzi-lo.

### **Processos produtivos**

O levantamento se manteve focado nas tecnologias de corte e vinco. Isso por que a pesquisa iconográfica mostrou uma tendência pelo desenvolvimento de produtos sem chapa dobrada e/ou curvada industrialmente. A maioria dos produtos que apresentaram tais intervenções foi projetada para permitir dobra e curvatura manual. Os processos e tecnologias disponíveis são:

- Laser
- Plotter de corte
- Router
- Faca tipográfica
- Jato de água
- Plasma

### **Utilização**

As áreas de utilização presentes nos levantamentos foram: mobiliário, brinquedo, decoração, automobilismo, joalheria, conceitual/artístico, embalagem, alimentação, vestuário. A seguir são apresentados alguns exemplos de produtos destas áreas.



Foto 4 Mobiliário



Foto 5 Brinquedo



Foto 6 Decoração



**Foto 7 Automobilístico**



**Foto 8 Joalheria**



**Foto 9 Conceitual/Artístico**



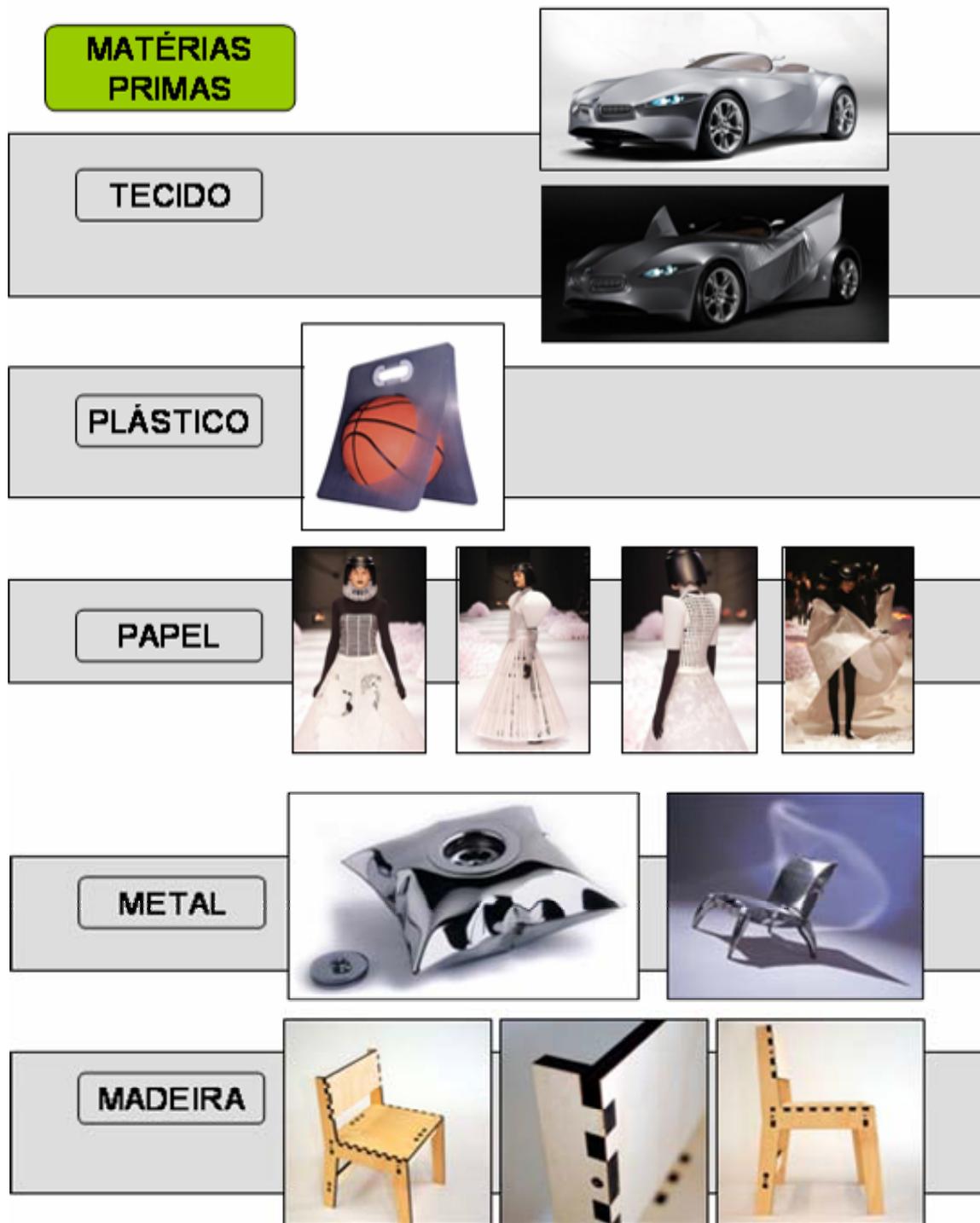
**Foto 10 Embalagem**



**Foto 11 Alimentação**



**Foto 12 Vestuário**



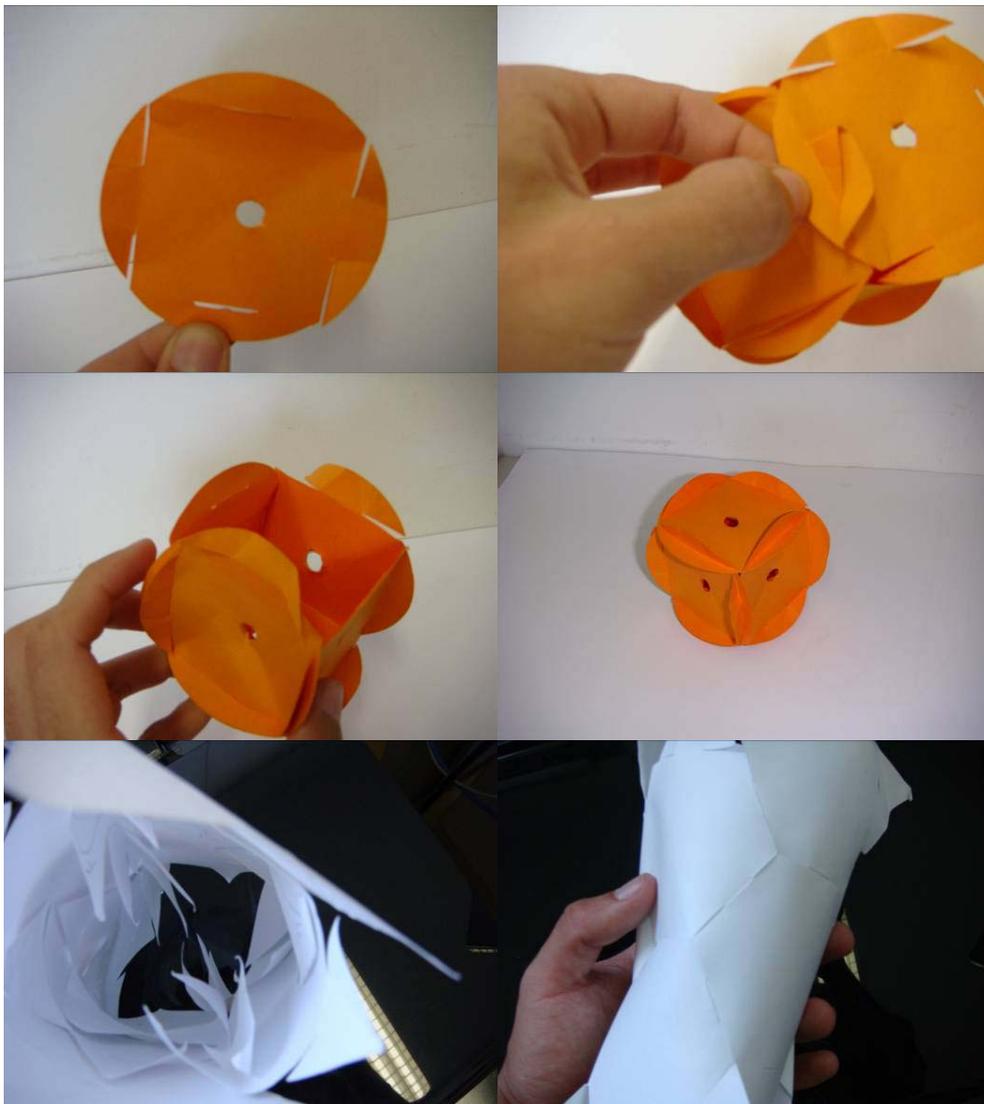
A partir da observação da categoria Matérias-Primas percebe-se que os avanços tecnológicos, tanto na área de materiais quanto nos processos industriais, permitem, por exemplo, fazer almofadas de aço, lataria de carro em tecido e vestidos de papel, aumentando a abrangência da transformação do plano.

## **Exploração com Nãotecido - TNT**

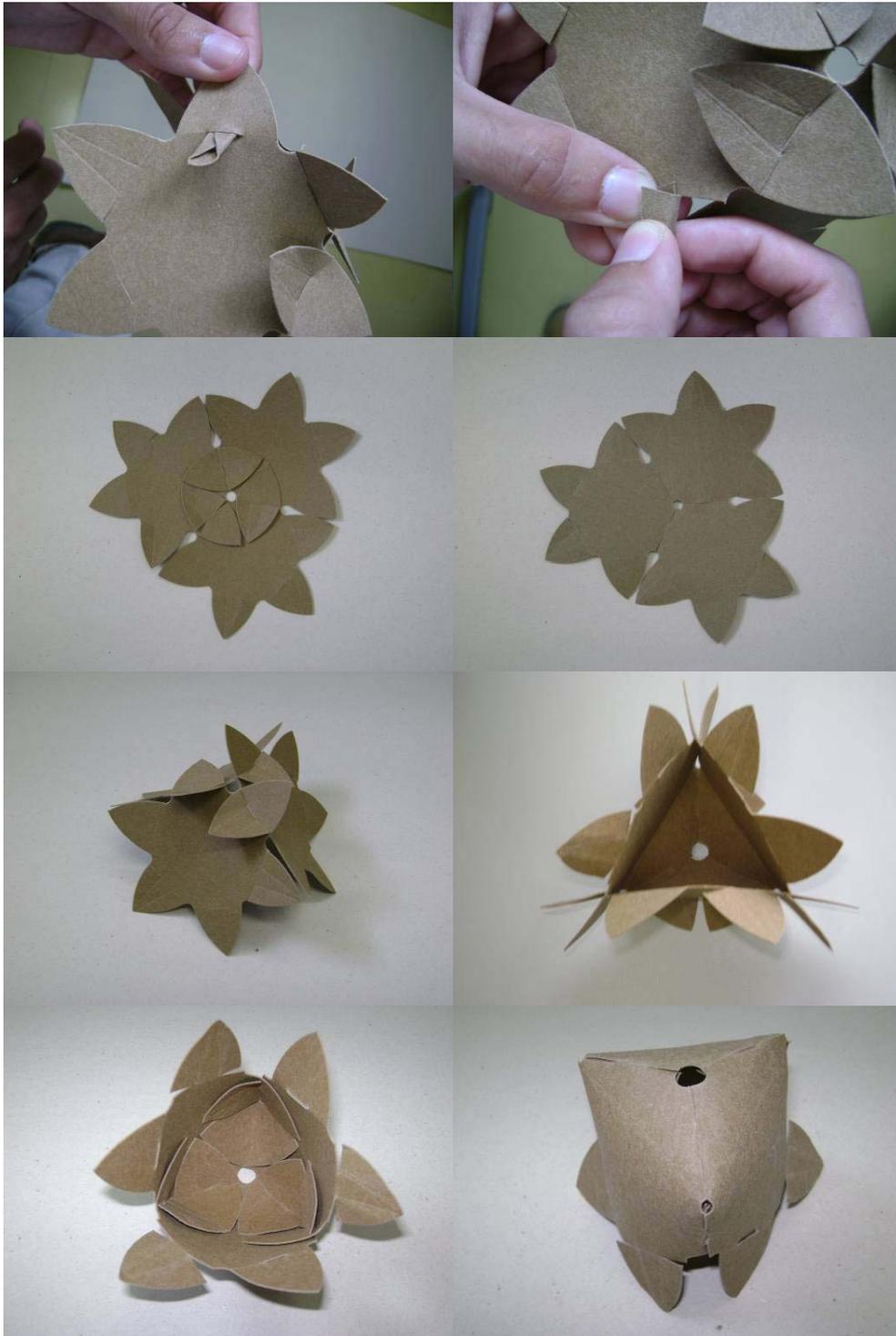
A oportunidade de exploração do plano com TNT veio a partir da pesquisa de mestrado realizada por COSTA [5], atualmente doutoranda no Laboratório de Gestão em Design do DAD/PUC-Rio. O conceito “repetição” foi usado como tema desta exploração.

Foram desenvolvidos módulos interconectáveis. A exploração deu origem, a partir das variações de quantidade, posicionamento e conexão de módulos diferentes, a poliedros e descrição de superfícies.

Inicialmente foram realizados experimentos em papel. Para viabilizar a repetição precisa dos módulos, foi realizada uma parceria com a empresa EZIPA de corte e vinco. Modelos em TNT foram confeccionados em uma plotter de corte.



**Foto 13 primeiros testes feitos com papel**



**Foto 14 testes com o tecido**

## Projetos desenvolvidos

A pesquisa fomentou o uso da transformação do plano em projetos acadêmicos realizados pelo bolsista. A aplicação da transformação do plano como princípio de solução construtiva e a exploração formal como técnica criativa foi experimentada nos projetos abaixo:

### ***Estilete em aço inox “Estileto”***

Este projeto foi realizado na disciplina de Planejamento, Projeto Desenvolvimento III. A proposta desse projeto era repensar o estilete. Consiste em um estilete todo feito a partir de chapas de aço inox de 1 e 2 mm. Este projeto teve um prazo de 1 mês para ser finalizado. Por isso, a utilização do princípio da transformação do plano permitiu a realização de protótipo, único apresentado entre os alunos desta turma de projeto.

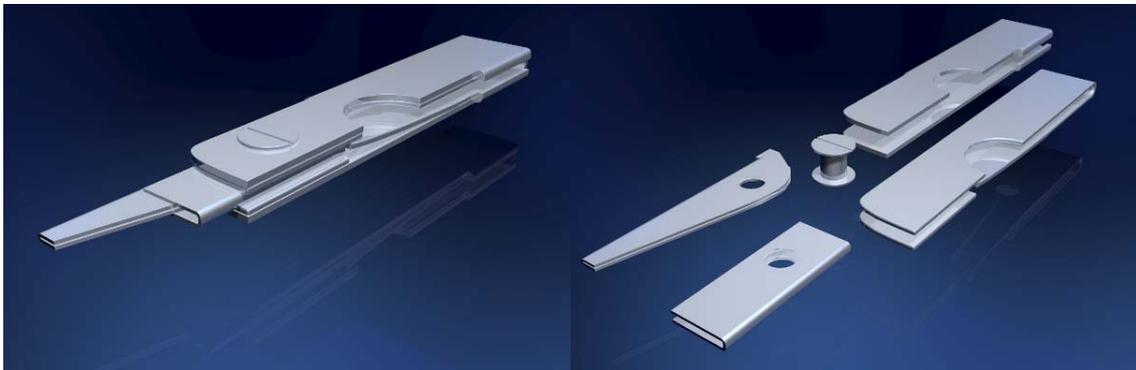


Foto 15 Renderings do estilete montado e desmontado



Foto 16 sistema de encaixe da lâmina no modelo funcional

### ***Linha “Silhueta” de produtos para escritório***

A oportunidade deste projeto surgiu da parceria realizada com a empresa EZIPA. O foco desse projeto era o reaproveitamento de aparas de compensado naval usando o corte Laser na produção. Os estudos preliminares das propriedades da madeira e o potencial da

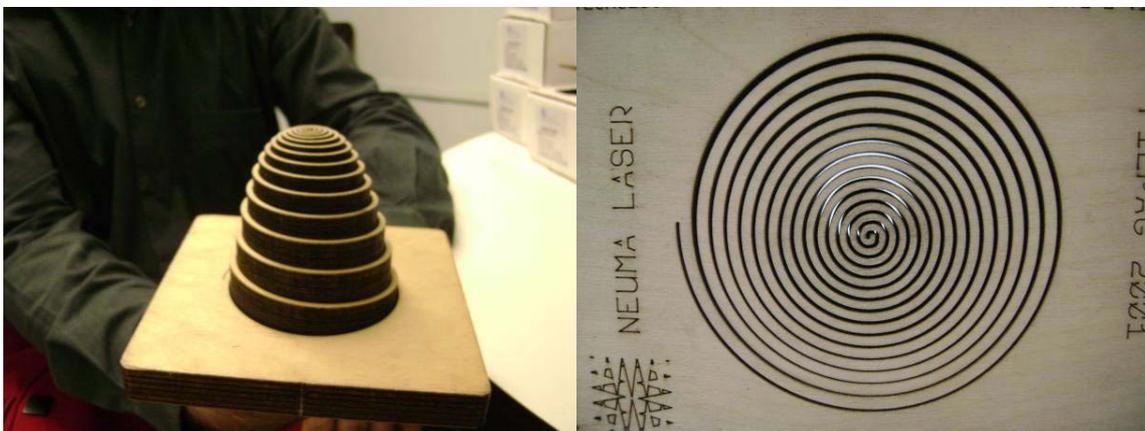
máquina revelaram a possibilidade de manipular os conceitos de rigidez e flexibilidade da chapa de compensado.

Foi desenvolvida, através de modelagem 3D, uma linha de produtos para escritório. A proposta era desenvolver produtos que extraíssem ao máximo o potencial do corte Laser, pois seu custo é elevado. Outra questão importante a ser levada em conta era a irregularidade no tamanho das aparas.

A solução se deu em produtos com linhas orgânicas e pequenos encaixes, que seriam difíceis de produzir com métodos convencionais para corte de madeira. As peças componentes de cada produto são pequenas para poderem aproveitar tamanhos menores de aparas.



**Foto 17 Máquina de corte Laser**



**Foto 18 mola espiral em compensado cortado à Laser**

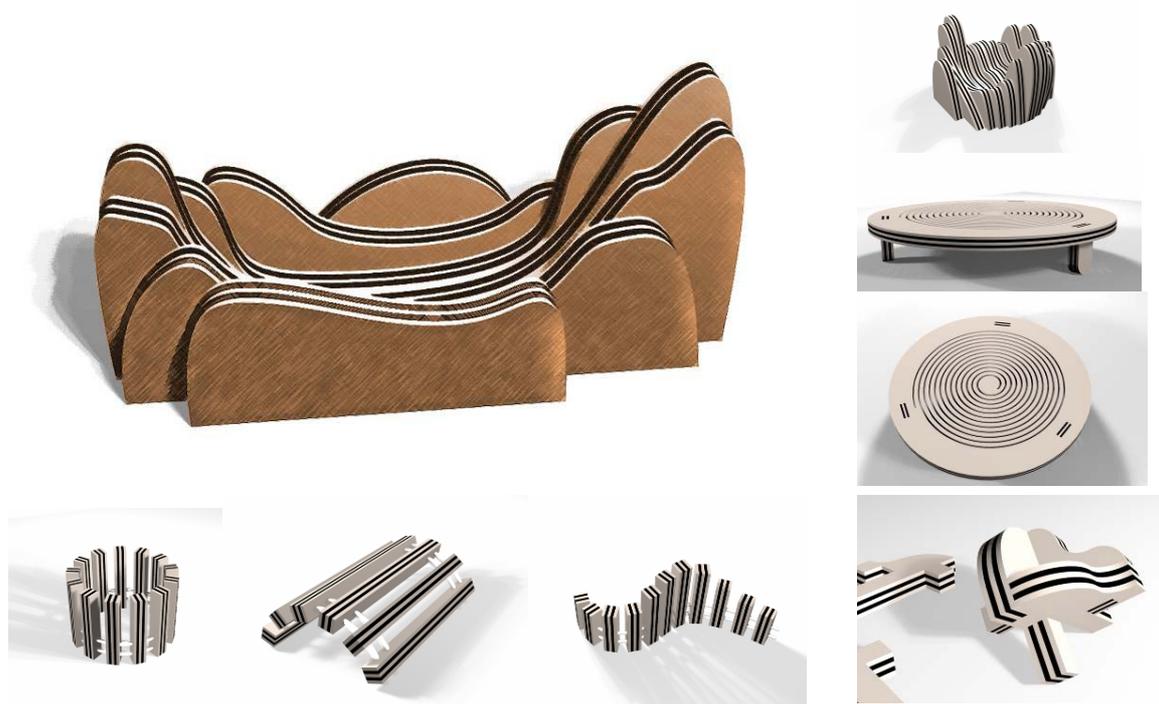


Foto 19 rendering dos "porta-trecos" para escritório

### **Sistema "Planus" de mobiliário para eventos**

O projeto surgiu a partir da necessidade de substituir o mobiliário para exposição existente no Departamento de Artes e Design da PUC-Rio. O objetivo inicial era desenvolver um sistema de mobiliário para exposição que atendesse as exigências de praticidade e acabamento que não eram mais atendidos pelo mobiliário usado na época.

Lista de requisitos:

- Desmontável
- Pouco peso
- Economia de espaço em estoque
- Modular
- Aparência neutra
- Bom acabamento
- Viável para produção em pequenas tiragens

Após o fechamento da lista de requisitos, foi iniciado o processo de escolha de materiais que atendessem aos requisitos impostos. A opção foi por poliestireno.

A partir de chapas deste material, foi definido um tamanho de chapa que atendesse aos requisitos de altura de exposição dos objetos (largura e espessura da chapa) e que também permitisse uma flexibilidade para gerar curvaturas (comprimento e espessura da

chapa). Esta foi trabalhada de várias maneiras, iniciando o processo de exploração de módulos.

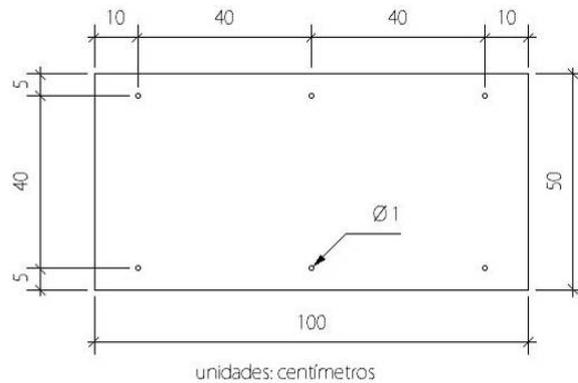


Foto 20 desenho técnico da chapa

Inicialmente a lista de requisitos foi posta de lado para encorajar a uma busca mais livre de conceitos. Apenas o objetivo foi levado em conta nesse momento. Desta maneira, apenas o desenho da chapa e o material limitam as possibilidades formais. Assim, as possibilidades são tantas que o processo exploratório torna-se infinito. Por isso foi importante estabelecer um prazo limite para o término desta etapa. A seguir, apresentam-se algumas das alternativas desenvolvidas para a configuração do módulo.



Foto 21 exploração conceitual para investigar propriedades estruturais da chapa

A exploração mostrou os limites do material. Algumas formas facilitavam o rompimento da chapa, outras adquiriam uma tensão tão grande em certas curvas que tornavam a montagem e desmontagem perigosas.



**Foto 22 rachadura oriunda da extrapolação dos limites de flexibilidade da chapa**

Na etapa seguinte, cada forma foi analisada e testada de acordo com a lista de requisitos. Dessa análise foi escolhida a forma do módulo que atendia a maioria dos requisitos e restrições impostas ao projeto.



**Foto 23 Este módulo foi selecionado devido aos motivos abaixo. E a partir dele o sistema de exposição passou a ser pensado.**



**Foto 24 Este módulo só depende de uma chapa para ser montado.**



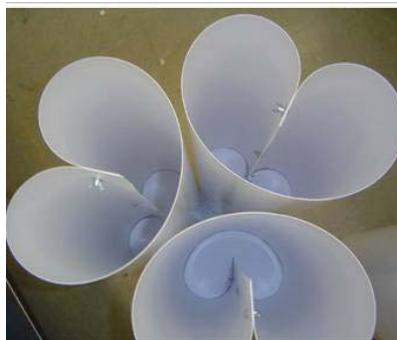
**Foto 25 A quantidade e o arranjo dos pedestais são definidos de acordo com o tamanho e formato do objeto que será exposto.**



**Foto 26 Foram desenvolvidas peças de encaixe para dar estabilidade no sentido horizontal e fixar os tampo nos pedestais.**



**Foto 27** O sistema permitiu a produção artesanal de uma pequena tiragem, atendendo a demanda da exposição.



**Foto 28** A curvatura gerada pela fixação da chapa conferiu a uma chapa de 1 mm de espessura uma grande resistência vertical. Assim podendo suportar mais peso.



**Foto 29** A modularidade obtida com os pedestais não pôde ser alcançada nesse sistema sem perder o baixo custo. Então cada tampo de MDF era cortado exclusivamente para cada produto a ser exposto.



**Foto 30** O expositor ficou leve para transporte por conta do baixo peso da chapa plástica.



**Foto 31** O cenário da exposição foi pensado em função da forma dos expositores.



**Foto 32** O sistema foi testado durante os cinco dias de exposição. Não houve problemas.

## Conclusões

### ***Transformação do plano e produção seriada***

Os processos industriais com máquinas para corte e vinco de chapa plana precisam de uma etapa anterior para acontecer. É a etapa de desenho das planificações. Depois de definido o volume que se quer adquirir com a chapa, é necessário fazer um desenho que demarque onde serão feitas as intervenções.

A utilização de transformação do plano para projetos de produtos se mostra adequada quando existem restrições na escala de produção (especificação para pequenas tiragens) ou para projetos com previsão de ciclos de vida (comercial, social ou estético) curto. O tempo investido na fase de concepção pode ser maior do que em projetos onde é necessária a simulação, mas o tempo requerido para a construção de moldes, fabricação e montagem dos produtos é muito menor, tanto na prototipagem quanto na produção de pequenas séries.

### ***Aprendizado do aluno em sala de aula***

Em termos didáticos, esta a utilização da transformação do plano no desenvolvimento de produto enriquece o conhecimento do aluno na medida em que a exploração lhe permite um contato mais intenso com a matéria-prima, levando-o a adquirir domínio sobre o material. O aluno também tem mais oportunidade de vivenciar as etapas finais de um projeto por conta do baixo custo e rapidez na construção de protótipos e pequenas séries.

### ***Desdobramentos: A transformação do plano como prototipagem***

Na pesquisa iconográfica foram descobertas algumas experimentações feitas a partir de um software que extrai a planificação dos sólidos. Ele se chama Lamina Design. A sua descoberta e as pesquisas por processos industriais de corte e vinco resultaram na possibilidade de um novo processo de prototipagem.

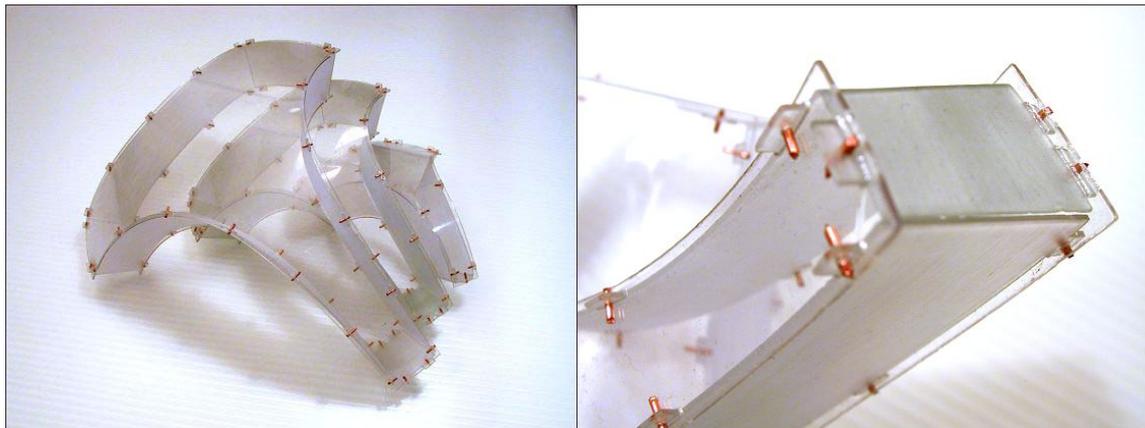




Foto 33 Experimentações demonstrativas do potencial do Lamina Design

Ao invés de se produzir modelos para estudos volumétricos por desbaste de blocos maciços, levanta-se a possibilidade de utilizar a transformação do plano através de modelagem virtual para tal. Assim seria reduzida a perda de material e a diminuição de pó gerado pelo desbaste deste. As etapas seriam:

- Modelagem virtual do sólido
- Extração da planificação no Lamina design
- Transferência da planificação virtual para a máquina de corte e vinco
- Corte e/ou vinco da chapa a ser utilizada
- Montagem manual das lâminas
- Revestimento (se necessário) para ocultar as uniões entre as chapas
- Acabamentos finais (lixar e pintar) se necessário

## Referências

1 - ROCHA, Carlos Sousa. **Plasticidade do Papel e Design**. 1.ed. Lisboa: Plátano Editora, 2000. 320p.

2 - VYZOVITI, Sophia, **Supersurfaces: Folding as a method of generating forms for architecture, products and fashion**. BIS Publishers, Amsterdam, Holanda, 2006.

3 - WONG, Wucius. **Princípios de Forma e Desenho**. 1.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

4 - YİĞİT, Nergiz. **Industrial Product Design by Using Two-Dimensional Material in the Context of Origamic Structure and Integrity**. İzmir, Turquia, 2004. 118p. Dissertação (mestrado em Desenho Industrial) - Faculdade de Desenho Industrial, İzmir Institute of Technology.

5 - COSTA, Maria Izabel. **Transformação do Nãotecido - uma abordagem do design têxtil em produtos de moda.** 2003. 200p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

6 - BAXTER, Mike. **Projeto de Produto – Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos.** 1.ed. São Paulo: Edgarg Blücher Editora, 1998. 261p.

7 - GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto: Sistema de leitura visual da forma.** 1.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2000. 127p

8 - IANSITI, Marco. **Shooting the Rapids: Managing Product Development in Turbulent Environments.** California Management Review, Vol. 38, No. 1 Fall, 1995.

9 - PUGH, Stuart. **Total Design - Integrated Methods for Successful Product Engineering.** 3.ed. UK, Addison-Wesley, Wokingham, 1990.

10 - LEFTERI, Chris. **Wood: materials for inspirational design.** Mies, Suíça: Rotovision Editora, 2005. 160p.

11 - LEFTERI, Chris. **Metals: materials for inspirational design.** Mies, Suíça: Rotovision Editora, 2004. 160p.