

TRANSFORMAÇÃO 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 [8]. 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 [5] 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 [7]. Em projetos inovadores, esta seqüência pode ser invertida. Partindo de experimentações e soluções, algumas empresas, redirecionam conhecimentos e capacitações tecnológicas a partir concepções de produtos exploratórios.

Parte da presente pesquisa é uma continuidade da anterior (exploração da transformação do plano) e outra parte se dedica ao desdobramento apresentado (o desenvolvimento de um novo processo de prototipagem que utiliza softwares que planificam volumes modelados virtualmente).

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.

Propõe-se também explorar as possibilidades de desenvolver uma técnica de prototipagem utilizando superfícies planas a partir da planificação de modelagem 3D digital de produtos, visando reduzir o tempo de execução, a perda de materiais e poluição comparados a modelos tradicionalmente feitos com a subtração em blocos (de espumas ou madeiras, por exemplo).

Metodologia

Para a exploração do plano, foram realizadas pesquisas iconográficas de produtos desenvolvidos com esta característica. Foram levantados 151 produtos e compilados em fichas comentadas¹. Foi gerada uma síntese das estratégias de transformação do plano encontradas.

¹ Apresenta-se neste relatório apenas uma amostra deste levantamento por conta dos limites impostos pelo formato padrão.

Uma matriz foi proposta para a exploração inicial do plano baseada em variáveis encontradas a partir de um dos objetos explorados inicialmente: um prendedor de cabelo chamado “Tic-Tac”.

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

As formas geradas na exploração foram usadas em oportunidades de projeto de produtos que surgiram ao longo do desenvolvimento da pesquisa:

- Espreguiçadeira Tic-Tac
- Porta-folder Tic-Tac
- Fruteiras Tic-Tac

Para explorar as possibilidades de desenvolver uma técnica de prototipagem utilizando superfícies planas a partir da planificação de modelagem 3D digital de produtos foi adquirido o software Lamina Design. Testes iniciais foram realizados com este software para compreender seu funcionamento e limitações.

Pesquisa iconográfica

Na pesquisa iconográfica foram utilizadas como fonte de pesquisa livros, revistas e principalmente a Internet. Parte dos produtos pesquisados foi transformada em fichas comentadas (figura 1), totalizando 151 fichas, a fim de padronizar a pesquisa iconográfica e facilitar o entendimento do seu conteúdo por leigos.



Figura 1 exemplos de fichas

O objetivo era encontrar padrões e princípios que pudessem demonstrar estratégias para a transformação do plano. Os itens descritos na ficha são:

- Nome do produto;
- Nome do autor (quando houver);
- Fotos do produto;
- Comentários;
- Fonte da pesquisa.

Categorização de produtos com Transformação do Plano

A partir da análise das fichas foram listadas as técnicas usadas para viabilizar a construção do produto a partir da transformação do plano. Estas técnicas foram agrupadas em 5 categorias:

1. Geração da Forma;
2. Composição da chapa;
3. Fragilização;
4. Sistema de Junção;
5. Revestimento.

A categoria “Geração de Forma” se relaciona com cada uma das outras categorias, gerando um sistema aberto para a exploração do plano (figura 2).

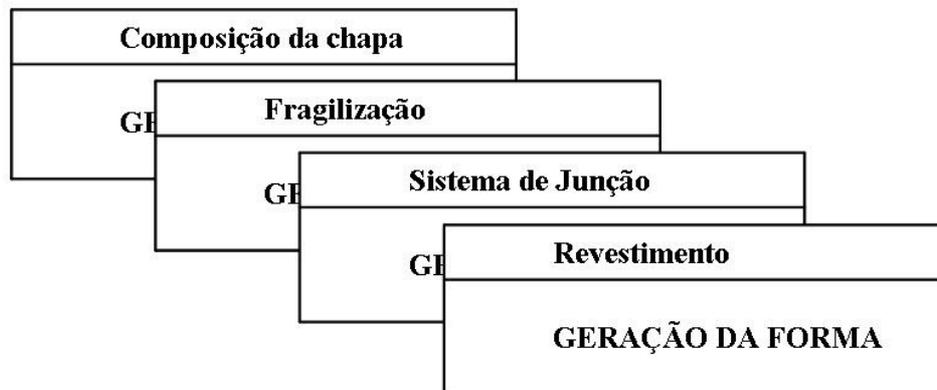


Figura 2 Matriz tridimensional das categorias

Em relação a classificação feita na pesquisa do ano anterior, esta tem um numero maior de princípios construtivos e a divisão entre as categorias permite um melhor entendimento de seus princípios e a melhor correlação com os objetos e categorias. A disposição das categorias em matrizes permite uma classificação mais simples, marcando-se as células que correspondam às técnicas e estratégias construtivas usadas nos produtos pesquisados.

Para exemplificar o funcionamento da nova categorização segue abaixo um produto (figura 2) da pesquisa iconográfica que foi classificado dentro destas categorias e técnicas.



Figura 3 - AUREA – Ernst Perera, 2008

Geração da Forma	Composição da chapa	
	Chapa Simples	Sanduíche
Ortogonal	X	
Sobreposição de Camadas		
Expansão Deployé		
Expansão Sanfonada		
Tensão		
Inflagem		
Dobras e Curvas Manuais		
Dobras e Curvas Industriais		

Geração da Forma	Fragilização			
	Sem fragilização	Vinco	Perfuração	Sanduíche
Ortogonal	X			
Sobreposição de Camadas				
Expansão Deployé				
Expansão Sanfonada				
Tensão				
Inflagem				
Dobras e Curvas Manuais				
Dobras e Curvas Industriais				

Geração da Forma	Sistema de Junção											
	Sem Junção	Abas	Parafusos e Pinos	Dentes	Pressão	Solda	Costura	Cola	Gravidade	Abotoamento	Velero	Cabos

Ortogonal				X									
Sobreposição de Camadas													
Expansão Deployé													
Expansão Sanfonada													
Tensão													
Inflagem													
Dobras e Curvas Manuais													
Dobras e Curvas Industriais													

Geração da Forma	Revestimento		
	Sem revestimento	Powder coating	Esmaltação
Ortogonal	X		
Sobreposição de Camadas			
Expansão Deployé			
Expansão Sanfonada			
Tensão			
Inflagem			
Dobras e Curvas Manuais			
Dobras e Curvas Industriais			

Exploração do “Tic-Tac”

O desenvolvimento de uma exploração pura foi proposto a partir do estudo de um prendedor de cabelo chamado “Tic-Tac” (figura 4). Ele forma uma estrutura tridimensional a partir de uma superfície bidimensional com cortes simples e apenas uma junção. A primeira etapa foi extrair as relações geométricas existentes no “Tic-Tac” para se entender como ele funciona. Houve um esforço para simplificar a sua geometria a fim de criar um “ponto zero”, uma peça que conseguisse traduzir o princípio do “Tic-Tac” da maneira mais básica (figuras 5 e 6).



Figura 4 Prendedor de cabelo “Tic-Tac” que inspirou a exploração

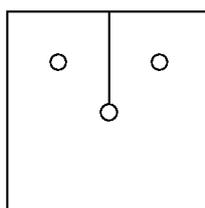


Figura 5 “ponto zero” - simplificação geométrica do “Tic-Tac”



Figura 6 “Ponto zero” cortado em PVC e montado com parafuso e porca

Partindo desse “ponto zero” foi montada uma matriz com variáveis nos eixos X de largura e Y de comprimento (figura 7). A partir desta matriz foi gerada uma matriz tridimensional, com variáveis no eixo Z de composição do corte, usando conceitos como rotação, translação, reflexão e gradação foram gerados de maneira sistemática novas variedades de “Tic-Tacs” (figura 8).

A chapa de PVC com 0,5 mm de espessura foi escolhida como substrato para a confecção dos modelos. O método gerou 294 formas que foram selecionadas para retirada dos elementos repetidos e os inviáveis. Ao final da seleção restaram 58 formas (ver anexo 1). Após o início da confecção das peças, percebeu-se que algumas delas poderiam gerar mais de uma forma dependendo da maneira como fosse montada.

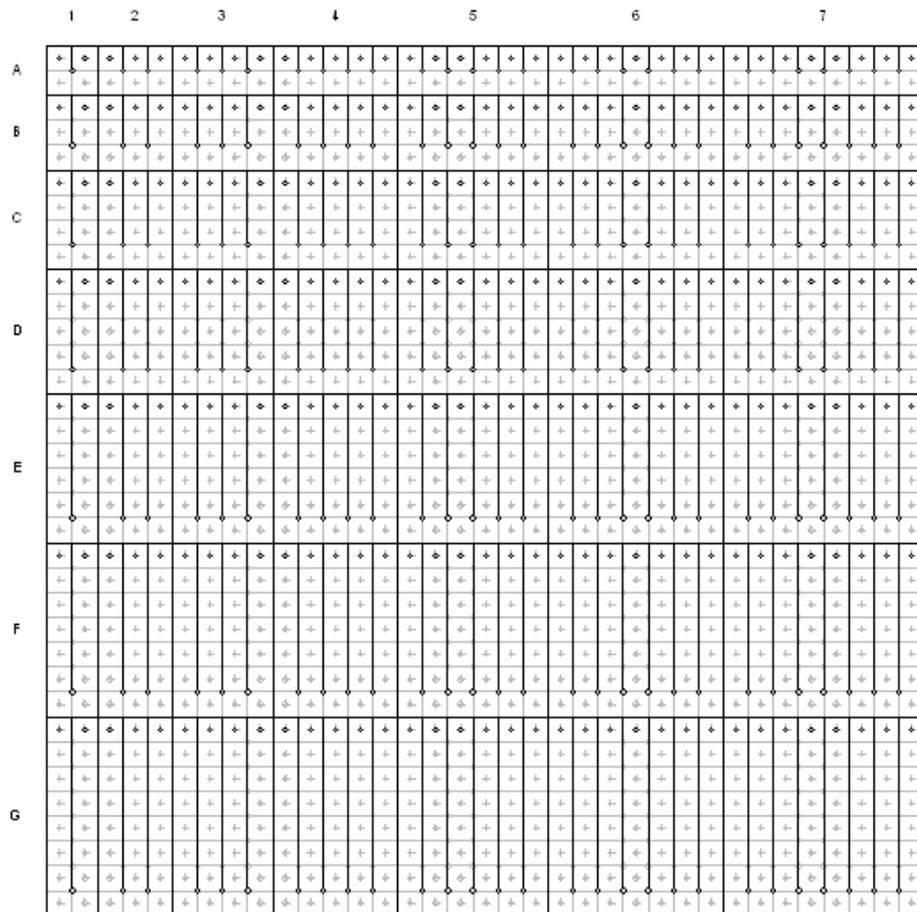


Figura 7 Estabelecimento da “Matriz 0” a partir do “ponto zero”

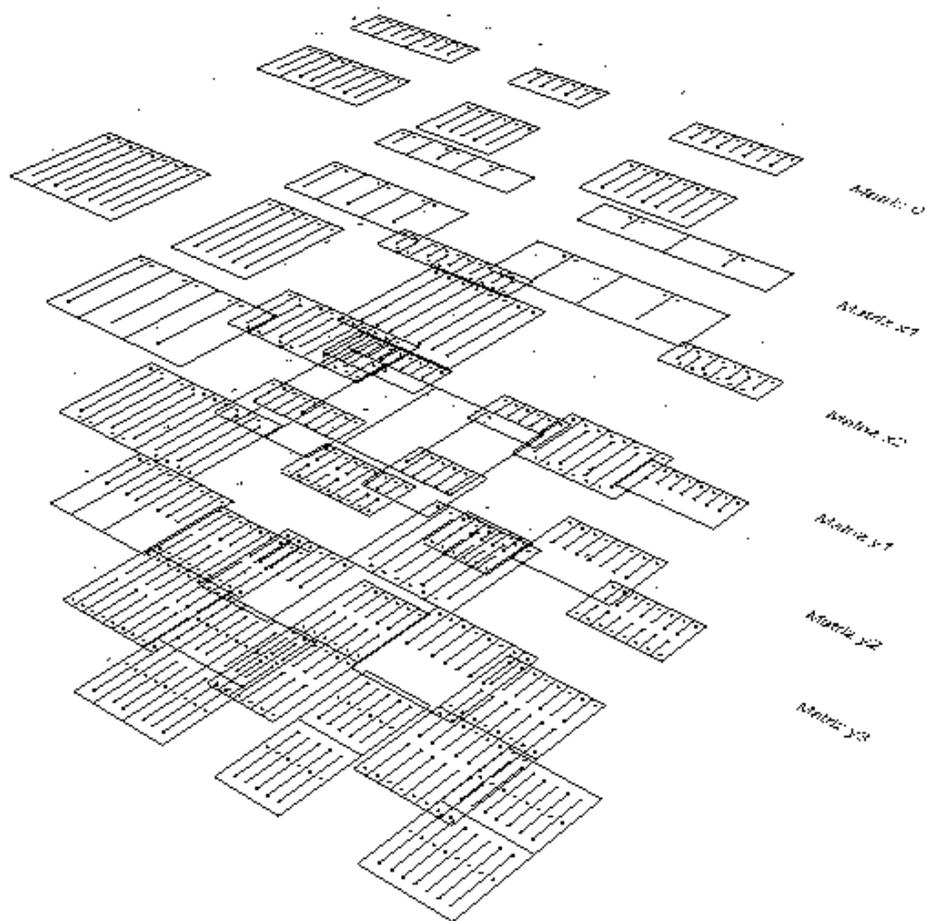


Figura 8 Geração da matriz 3D, com outras 5 matrizes abaixo da "Matriz 0"

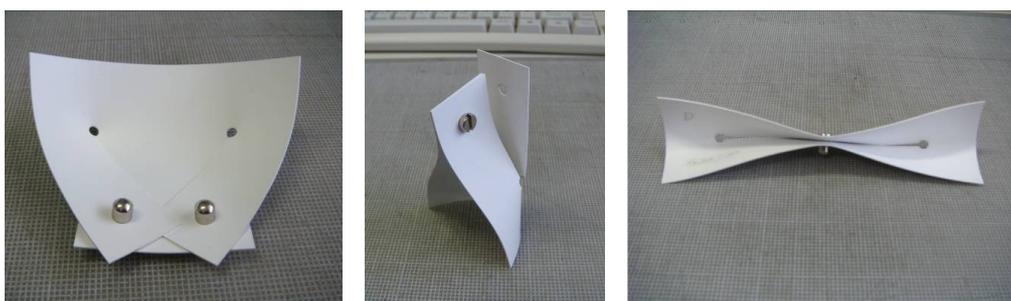


Figura 9 Formas exploratórias

Projetos desenvolvidos

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

Espreguiçadeira Tic-Tac

A demanda desse projeto veio da disciplina “Pesquisa, Projeto e Desenvolvimento V em Projeto de Produto” (PPD V PP), cursada pelo bolsista em 2009.1. A proposta era desenvolver um objeto que proporcionasse descanso ao usuário.

A análise da exploração e as combinações de algumas das formas deu origem a forma geral do produto (figura 11). Depois essa forma passou por uma série de adequações para atender a critérios ergonômicos e chegar ao detalhamento da planificação.

O produto final (figura 13) é uma espreguiçadeira em chapa plástica e uma base tubular dá resistência e estabilidade ao conjunto. Uma grande vantagem desse móvel é ficar “plano” quando desmontado. O que confere muita economia de espaço no estoque e no transporte.



Figura 10 Forma exploratória escolhida

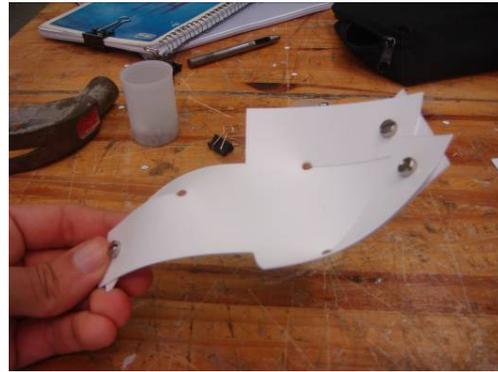


Figura 11 Modelo adaptado a partir da forma exploratória

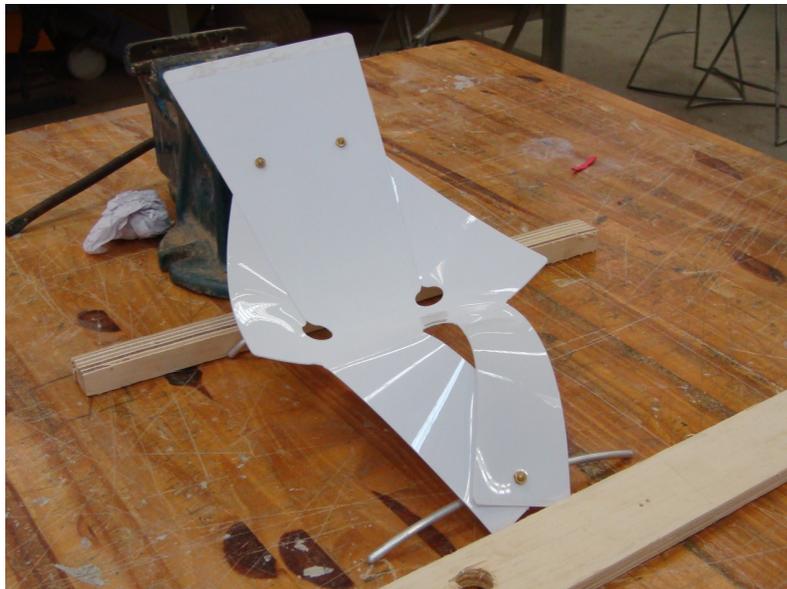


Figura 12 Intervenção ergonômica na forma



Figura 13 Renderings da Espreguiçadeira Tic-Tac

Porta folder Tic-Tac

Esse projeto trouxe uma experiência interessante no uso da exploração pura, pois a quantidade de limitações impostas pelo briefing foi muito maior que as da Espreguiçadeira Tic-Tac por exemplo. A matéria-prima, processos produtivos, e dimensionamento geral já estavam definidos antes mesmo da fase de geração de alternativas. Isso exigiu um esforço muito maior para adaptar as formas puras de modo que atendessem a tais restrições.

O projeto também mostrou uma característica interessante no conceito “Tic-Tac”. A capacidade de se montar manualmente objetos com curvas complexas sem perder a precisão. No caso em questão as curvas do objeto o inviabilizariam economicamente se tivessem que ser conformadas mecanicamente. O Tic-Tac aproveita a tendência da chapa flexível de tentar voltar ao estado plano. E na montagem manual se aproveita essa resistência do material que, ao tentar voltar a sua forma original gera curvas concordantes de maneira natural.

Característica percebida nesse projeto foi a dificuldade de se prever com exatidão a geometria da peça final, já montada. Só foi possível fazer o detalhamento através de modelos reais em papel, plástico e no aço. A modelagem virtual do produto montado tornou-se inviável pela dificuldade em modelar as curvaturas da chapa de maneira precisa e em tempo hábil. A construção do mesmo modelo em materiais diferentes mostrou que as diferenças de matéria-prima não influíram tanto da geração das curvas.

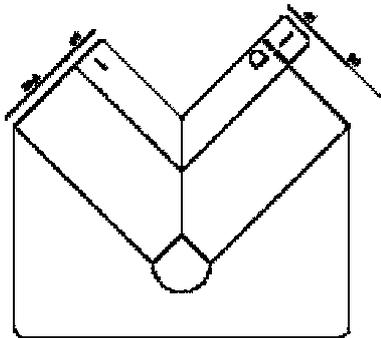


Figura 14 Planificação

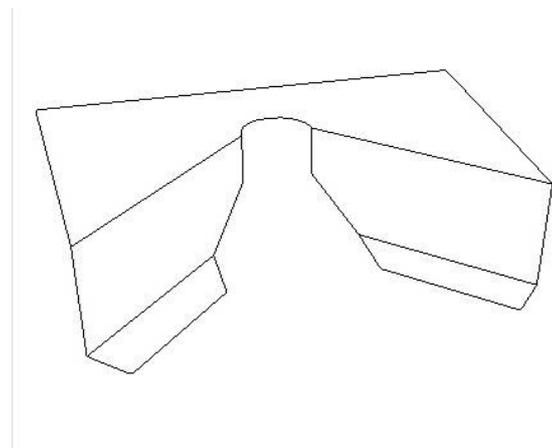


Figura 15 Perspectiva da planificação com as dobras feitas em prensas dobradeiras

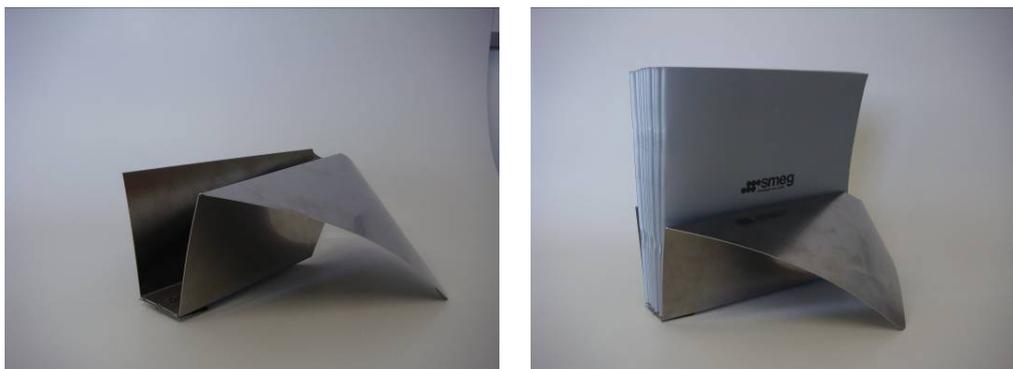


Figura 16 Produto final com e sem os folders que ele foi projetado para comportar

Fruteiras Tic-Tac

No projeto das fruteiras Tic-Tac foi testada a inversão do processo. Não havia uma demanda pelo projeto de uma fruteira. A partir da análise das formas resultantes da exploração pura iniciou-se uma reflexão sobre que tipo de produto cada uma delas poderia se tornar. E então surgiram vislumbres de gangorras, biquínis, óculos, joelheiras, fruteiras e muitos outros objetos possíveis.

A fruteira foi escolhida por ser, naquele momento, o tipo de produto que necessitaria de menos adaptações para sair da forma pura até o produto final. As formas puras receberam o redesenho necessário para gerar a planificação do protótipo, que foi cortada à laser em chapa de aço inox escovado.

Após a etapa de corte da planificação alguns problemas de acabamento apareceram. O primeiro se deveu ao uso da chapa de aço inox como matéria-prima. Suas bordas tornaram-se cortantes e arranhavam as superfícies em que se apoiavam. O outro problema foi o sistema de união que precisava ser resistente para suportar a força da chapa, que ficava tensionada o tempo todo, e ao mesmo tempo ter bom acabamento superficial.



Figura 17 Fruteiras Tic-Tac

A transformação do plano como prototipagem

Essa investigação surgiu da reflexão sobre as descobertas da pesquisa do ano anterior e da análise dos problemas dos métodos usados atualmente para construção de modelos de estudo e apresentação de produtos. Os métodos de prototipagem que são ensinados hoje em dia na PUC-Rio em sua maioria baseados num mesmo princípio: o desbaste do bloco

maciço de algum material (figura 18: exemplo de modelo reduzido de carro realizado por subtração de chapa de MDF). O processo de desbaste gera cavacos, limalhas, serragem, pó etc. que representam um desperdício de matéria prima e contaminam o ambiente.

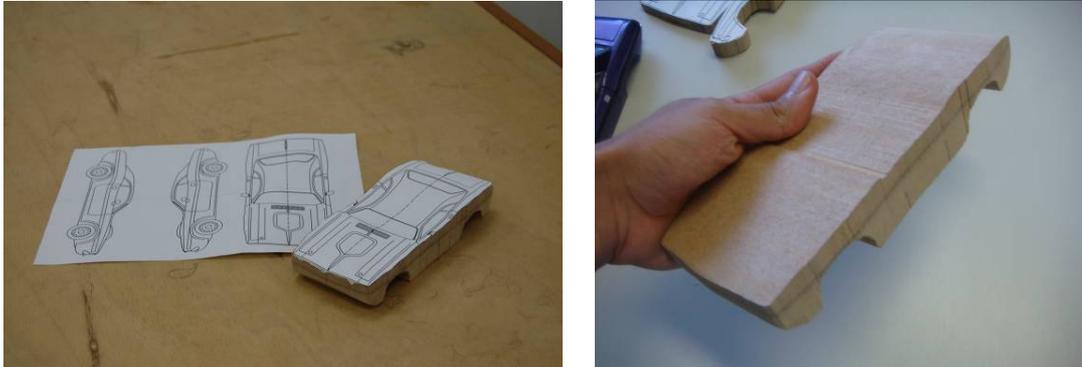
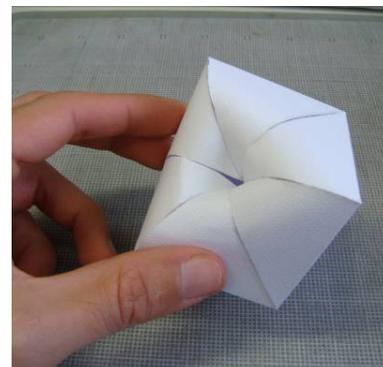
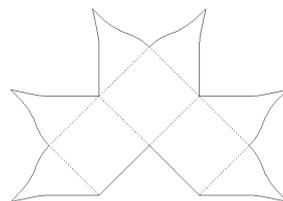
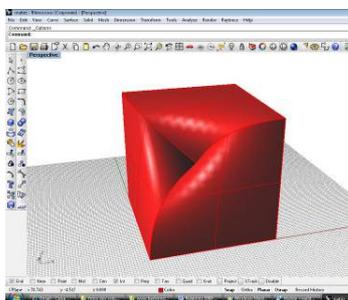


Figura 18 Exemplo de modelo volumétrico sendo esculpido em MDF

Para a explorar as possibilidades de desenvolver uma técnica de prototipagem utilizando superfícies planas a partir da planificação de modelagem 3D digital de produtos foi adquirido o software Lamina Design. Testes iniciais foram realizados com este software para compreender seu funcionamento e limitações.

A primeira etapa foi modelar no software Rhinoceros 4.0 sólidos básicos como cubos ou cilindros e transformados. Os volumes transformados eram transportados para o programa Lamina Design e planificados, impressos em papel e montados. Para testar a capacidade de planificar volumes mais complexos, as formas básicas foram gradativamente deformadas e passavam pelo mesmo processo de construção.

A primeira limitação encontrada no Lamina Design foi a incapacidade de planificar com dobras entre as faces. As planificações geradas por ele sempre tem as faces separadas umas das outras. Essa limitação foi compensada com outro programa, chamado Vector Works 11. As planificações geradas pelo Lamina Design com extensão DXF foram importadas e editadas. Nele as faces soltas foram unidas nas arestas passíveis de serem dobradas, ou seja, arestas retas. As novas planificações simplificaram o processo de montagem.



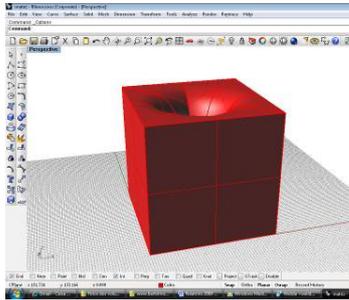


Figura 19 Modelagem dos sólidos no Rhinoceros

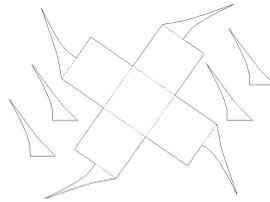


Figura 20 Planificações dos sólidos geradas pelo Lamina Design em conjunto com Vector Works

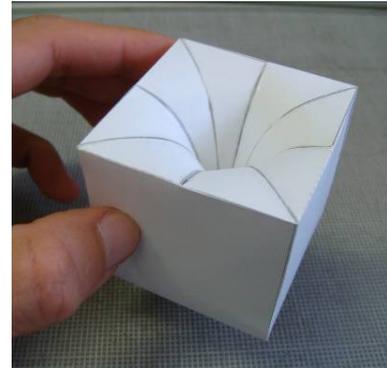


Figura 21 Modelos montados em papel

A partir de então tentou-se alcançar resultado de um modelo de apresentação usando um conjunto de programas. Um sólido foi modelado em Rhinoceros 4.0, planificado no Lamina Design, o plano de corte foi detalhado em Vector Works 11 e colorido no Corel Draw X4.

A segunda limitação encontrada está relacionada a capacidade do Lamina Design de planificar dupla curvatura. Duplas curvaturas com muitos raios ou com raios pequenos não planificados ou são deformados. Como solução é necessário pré-definir sessões no software 3D que dividam as superfícies de dupla curvatura do sólido até que o Lamina Design consiga planificá-las. Como se vê nas figuras abaixo, o software não conseguiu planificar (Figura 23) o sólido.

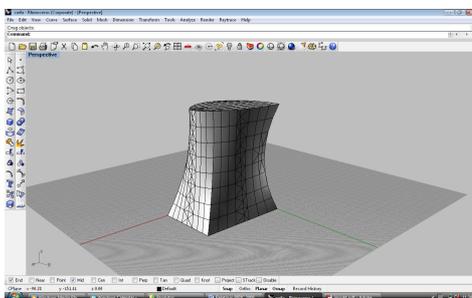


Figura 22 Modelagem do sólido

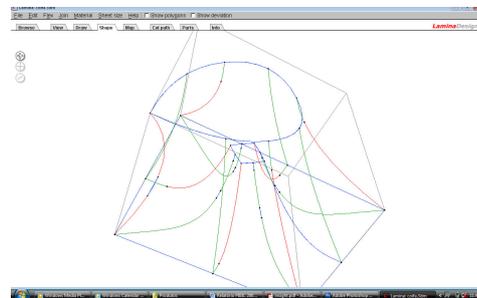


Figura 23 Lamina Design não consegue interpretar o sólido

Na segunda tentativa, uma das formas geradas no lamina design (Figura 21) foi redesenhada para se tornar uma coifa.

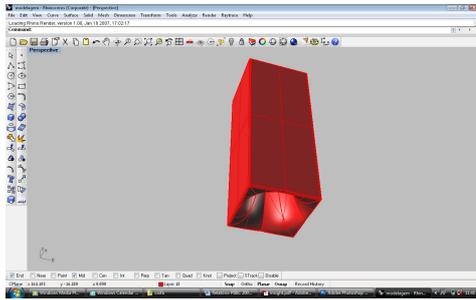


Figura 24 Modelagem em Rhinoceros 4.0

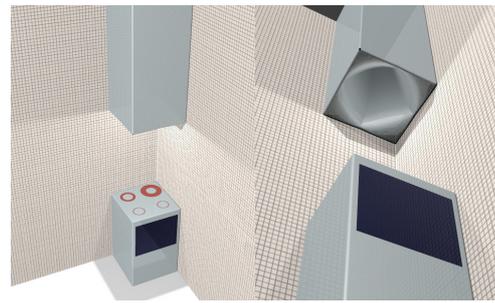


Figura 25 Renderings do modelo virtual

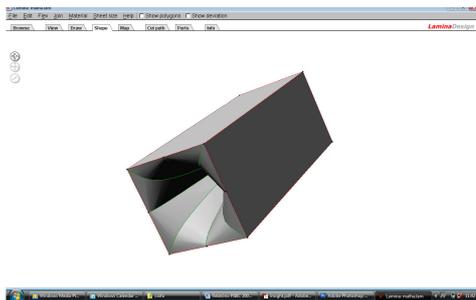


Figura 26 Transferência para Lamina Design

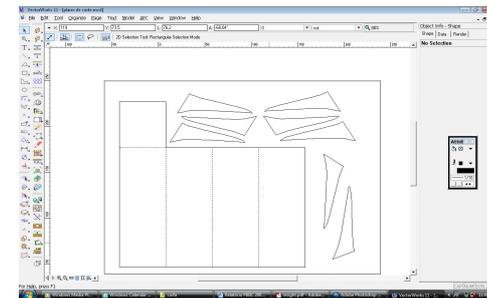


Figura 27 Ajuste do plano de corte no Vector Works 11

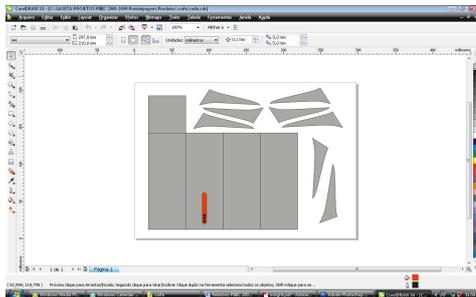


Figura 28 Aplicação de cor ao modelo com Corel Draw X4



Figura 29 Montagem do modelo

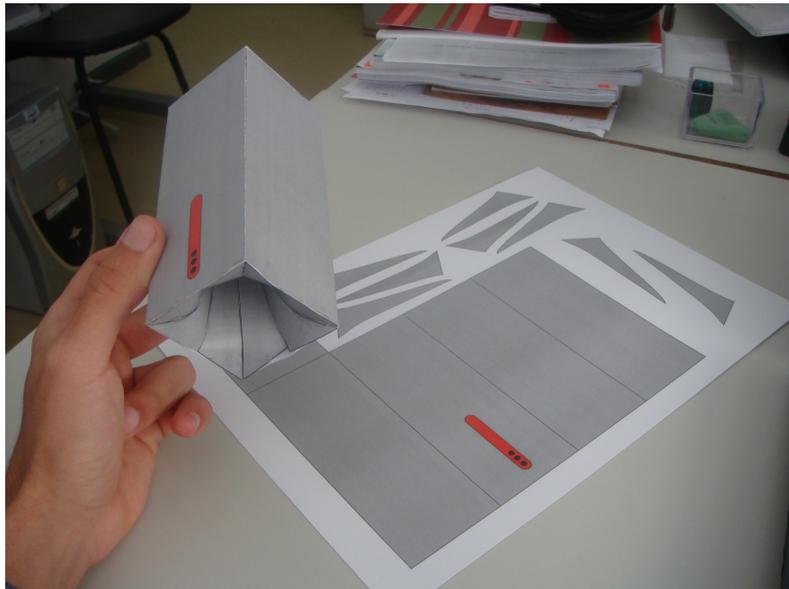


Figura 30 Resultado final

O avanço nas pesquisas sobre processos similares de construção levaram a descoberta de uma nova possibilidade: aplicações de impressões coloridas para incluir características visuais aos modelos. A pesquisa encontrou experimentos de um artista plástico [9] com um software chamado Blender.

Este software foi desenvolvido para criação de personagens de jogos e filmes. Mas algumas de suas ferramentas foram usadas para criar planificações já impressas com aplicações gráficas. No caso em questão o autor do trabalho reproduz rostos humanos, mas o nível de detalhamento alcançado em um volume complexo abre margem para que a técnica seja usada para outros tipos de volumes.

Abaixo segue a descrição do processo feito pelo artista plástico Bert Simons. Este conteúdo foi retirado do seu site: www.bertsimons.nl.



Figura 31 Fotos do rosto são inseridas no software

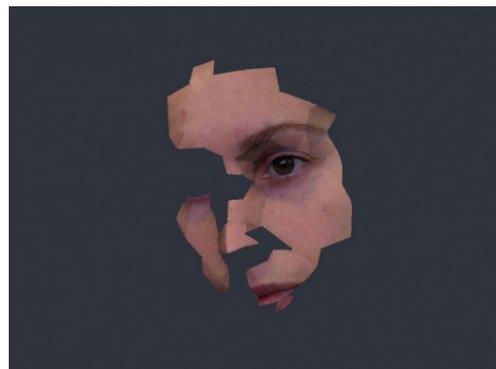


Figura 32 Volume tridimensional colorido modelado no ambiente virtual

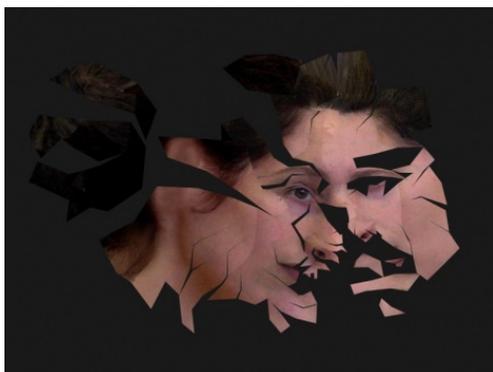


Figura 33 Planificação do volume colorido. Posteriormente são adicionadas abas para facilitar a colagem



Figura 34 Impressão, corte e colagem da planificação

Conclusões

Exploração “Tic-Tac” e seu uso em projetos

A exploração dá um ganho substancial em velocidade e criatividade ao projeto na fase de geração de alternativas, pois elas já estão prontas. Só é necessário confrontá-las com o briefing de algum projeto e adaptar os modelos mais adequados. O ganho em criatividade vem do fato de a exploração não estar atrelada às restrições de projeto. O seu nível de liberdade é muito maior, alcançando resultados formais surpreendentes.

A modelagem 3D em softwares não prevê o desenvolvimento de formas exploratórias a partir da transformação do plano, nem aos objetos nelas inspirados. O gasto de tempo e energia para explorar formas em ambiente virtual pode não compensar, se comparado com o mesmo processo feito com modelos físicos. Isso porque as curvas adquiridas por conformação manual são difíceis de prever no software. Já nos modelos, elas aparecem naturalmente. Mas no caso de detalhar a planificação das peças e conformações feitas em máquinas como dobras em prensas dobradeiras, o software se faz muito necessário por conferir ganho de velocidade e precisão na feitura dos desenhos. Além disso as máquinas modernas de corte e conformação lêem diretamente os arquivos virtuais. Isso faz necessária a apresentação de desenhos técnicos virtuais por uma questão de adequação ao padrão atual da indústria.

A transformação do plano como prototipagem

Os modelos planificados de desenhos 3D digitais permitem aproximação da forma compatíveis com modelos 3D intermediários, como mock-ups e modelos volumétricos, nos casos de superfícies de dupla curvatura. Nos casos de representações de produtos com curva simples, os resultados são compatíveis com modelos de apresentação, quando incluído as aplicações de impressões em suas superfícies.

Referências

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

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**. 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. Dissertação (mestrado em Desenho Industrial) - Faculdade de Desenho Industrial, İzmir Institute of Technology.

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

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

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

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

9 - SIMONS, Bert. Disponível em: <www.bertsimons.nl>. Acesso em 23/06/2009

ANEXO 1 – Exemplos de formas oriundas da exploração

