

**EXPLORAÇÃO DA FRESA 3D PARA INOVAÇÃO DO DESIGN  
DE JOIAS – O DESENHO DIGITAL 3D**

**Aluno: Fernanda Coelho Dreilich  
Orientador: Cláudio Magalhães**

## Sumário

<b>1. Introdução:</b> .....	3
<b>2. Objetivos</b> .....	4
<b>3. Metodologia</b> .....	4
<b>4. Descrição dos resultados</b> .....	5
4.2 Pesquisas iniciais .....	5
4.3 Deployer.....	5
4.4 Pesquisas de similares e referencias .....	6
4.5 Pesquisas e testes iniciais.....	8
4.6 Pesquisa com a cera. ....	9
4.7 Definição de cortes e resultados .....	10
4.7.1 Primeira forma.....	10
4.7.2 Segunda forma.....	11
4.7.3 Terceira forma .....	11
4.7.4 Quarta forma .....	12
4.7.5 Quinta forma .....	13
4.7.6 Sexta forma .....	14
4.7.7 Sétima forma .....	15
4.7.8 Oitava forma.....	15
4.8 Possíveis resultados .....	16
<b>Conclusão</b> .....	17
<b>Bibliografia</b> .....	18

## 1. Introdução:

Após uma pesquisa cujo objetivo foi implantar o uso da fresa 3D - e por consequência o desenho 3d digital - em 5 empresas do setor joalheiro e de bijuterias<sup>1</sup>, percebeu-se que a maioria das empresas utiliza a tecnologia em seu nível mais básico: desenhos 2D aplicados em chapas planas, como por exemplo, inscrições de nomes ou datas especiais, como exemplificado nas fotos:



Calendário feito no INOTEC

### Laboratório da PUC-Rio



Fresa instalada na PUC-Rio



Computadores para modelagem 3D instalados na PUC-Rio

A maioria dos projetos desenvolvidos pelas empresas da amostra (três microempresas e duas pequenas) não explora as possibilidades da tecnologia. Inicialmente, o problema está no posicionamento conservador das empresas no mercado. Além disso, o conhecimento de desenho 3D, necessário para a produção de modelos em cera usando a fresa, ainda não se disseminou no setor. No entanto, tanto os empresários quanto os designers entendem que estas novas tecnologias devem ser utilizadas para a redução de erros entre projeto e modelo, para sistematização do processo, para a melhoria da qualidade total e para a inovação do produto e do processo.

<sup>1</sup> O Projeto Inotec foi aprovado no âmbito da Chamada Pública MCT/FINEP/SEBRAE -10/2005, objeto do Convênio de Cooperação Geral n° 1.0.05.0048.00 (registro SEBRAE n° 41 /2005). Seu objetivo é disponibilizar tecnologia para as MPEs intervenientes que fazem parte do APL JÓIA CARIOCA.

Percebeu-se, ainda, que o uso desta tecnologia integra fases e conhecimentos separados por especialistas no processo tradicional. Assim, em muitos casos atualmente, o designer faz o desenho e o ourives faz o detalhamento. Com a nova tecnologia, o desenho digital exige a inclusão do detalhamento. Desta maneira, o designer tem que trabalhar em parceria com o ourives desde a concepção da peça e conhecer o processo de subtração de material específico da fresa (no caso a cera), programado através de softwares CAM (computer-aided manufacturing). Estas são características específicas do setor, merecendo atenção e estudo para seu desenvolvimento.

“Os processos de inovação diferem muito de setor para setor em termos de desenvolvimento, taxa de mudança tecnológica, interações e acesso ao conhecimento, assim como em termos de estruturas organizacionais e fatores institucionais. Alguns setores são caracterizados por rápidas mudanças e inovações radicais, outros por mudanças menores e incrementais.

Em setores de alta tecnologia, a atividade de P&D possui um papel central entre as atividades de inovação, enquanto outros setores fiam-se em maior grau na adoção de conhecimento e de tecnologia. Diferenças na atividade de inovação entre setores (por exemplo, se as inovações são principalmente incrementais ou radicais) também posicionam diferentes demandas na estrutura organizacional das empresas, e fatores institucionais como regulações e direitos de propriedade intelectual podem variar bastante no tocante a seu papel e importância. (OCDE – FINEP, 2005 , p. 46)”

Considerando-se que a demanda (empresas) entende a potencialidade da nova tecnologia, identifica-se uma oportunidade para o desenvolvimento de pesquisa exploratória sobre suas possibilidades para posterior demonstração o setor joalheiro, uma vez que, sendo na sua maioria micro empresas, não tem condições para a compra da máquina, investimento em programas e treinamento.

“Há inúmeros elementos envolvidos no processo de inovação. Na base da capacidade de desenvolvimento de processos e produtos está a capacidade de organizar esses elementos, capacidade que resulta de um processo de aprendizado que só acontece a partir das experiências na organização da produção. [...] A gestão da inovação determina a capacidade das empresas de integrar e coordenar recursos humanos, financeiros, técnicos e organizacionais objetivando a geração de novas ideias para melhorar produtos, processos de fabricação ou serviços, criar novos conhecimentos, desenvolver as soluções que vão materializar essas ideias e finalmente transferir esses resultados nas práticas da empresa” (DELAUNAY-MACULAN *et al*, 2002, p. 6).

## **2. Objetivos**

Explorar as possibilidades do desenho digital 3D para a prototipagem digital, utilizando a fresa 3D aplicada ao design de acessórios e adornos pessoais (joias e bijuterias).

## **3. Metodologia**

Para atingir o objetivo, alternativas e melhorias podem ser pesquisadas envolvendo dois aspectos do processo: (a) o desenho e modelagem 3D (CAD –

computer-aided design) e (b) o planejamento do corte através do CAM (computer-aided manufacturing), incluindo o preparo e operação da fresa. Esta proposta está centrada no primeiro aspecto.

O desenvolvimento de modelos partirá de alternativas mais simples para as mais complexas a fim de permitir o domínio e conhecimento incrementais. Desta forma, as primeiras alternativas tentarão responder a questão: como desenvolver peças inovadoras partindo de uma modelagem 2D? Seguindo o aumento de complexidade, o desafio será o desenvolvimento de peças 3D de baixa complexidade (3 eixos de corte ortogonais). Em um terceiro momento, serão exploradas alternativas para modelos 3D usando o 4º eixo e cortes oblíquos.

Visando a potencialidade da geração de formas e o desenvolvimento de produtos inovadores, a metodologia empregada revê estudos e tratados sobre princípios e fundamentos da forma e da configuração (GOMES FILHO, 2000; WONG, 1993;) e técnicas de criatividade (BAXTER, 1995).

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

A pesquisa completa envolverá as atividades abaixo relacionadas, devendo ser realizada no prazo de um ano, desde que as pessoas envolvidas possuam os conhecimentos específicos para a realização da mesma. Caso contrário, serão necessários mais três meses de qualificação.

- 1 Desenvolvimento de desenhos de peças 2D com inovação.
- 2 Desenvolvimento de peças 3D de baixa complexidade (3 eixos de corte ortogonais).
- 3 Desenvolvimento modelos 3D usando o 4º eixo e cortes oblíquos.
4. Registro sistemático de todas as gerações através de fotos e pequenas filmagens;
5. Análise da configuração e classificação desta geração quanto à inovação.

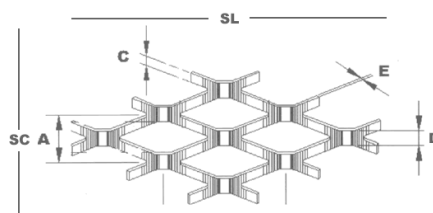
Este trabalho apresenta os resultados obtidos com a execução da primeira atividade.

#### **4. Descrição dos resultados**

##### **4.2 Pesquisas iniciais**

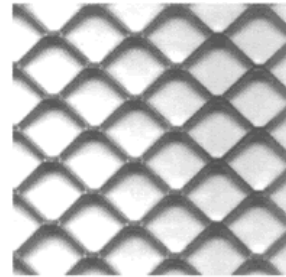
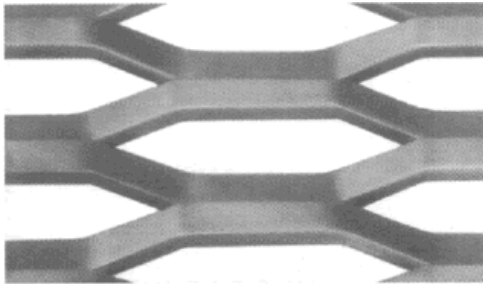
Pesquisamos alguns princípios de deformação do plano que fizesse a transformação do 2D para o 3D e achamos que o ideal para a execução na máquina e com o material seria o princípio do deployer.

##### **4.3 Deployer**



Esquema das variantes do deployer

Esta técnica é a utilizada pelas chapas expandidas. À medida que suas dimensões variam, seu aspecto também se modifica, apresentando formas bem diferenciadas. Veja algumas imagens abaixo:



Como vimos nas imagens, o objeto inicial é uma chapa onde são feitos cortes e a chapa é esticada aumentando o seu tamanho e modificando a forma.

#### 4.4 Pesquisas de similares e referencias

Em joias:



FOTOS: [www.anthonyrussel.co.uk](http://www.anthonyrussel.co.uk)



FOTOS: [www.heidisand.com](http://www.heidisand.com)

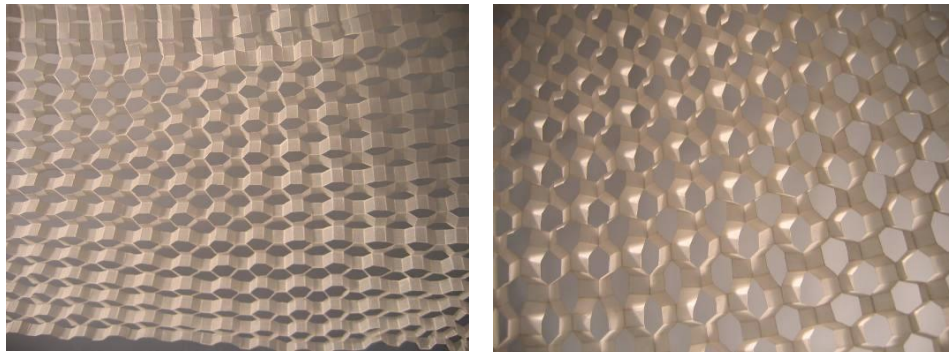
Na moda:



[www.sandrbacklund.com](http://www.sandrbacklund.com) Vitrine da Macy's



Outros:

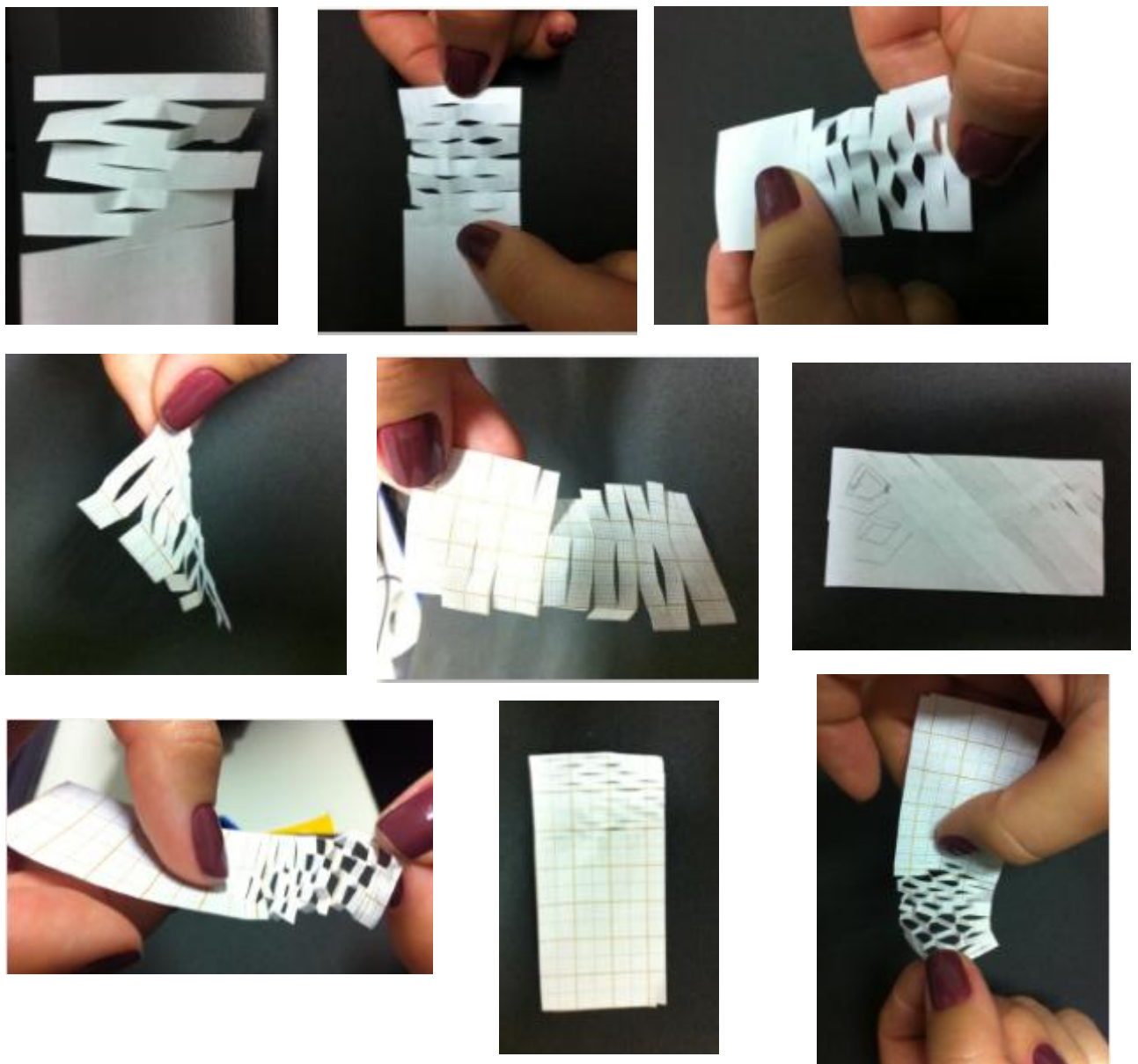


kirigami honeykomb – Polyscene

#### 4.5 Pesquisas e testes iniciais

As pesquisas iniciais foram feitas com o propósito de entendermos como funcionava o princípio escolhido para o desenvolvimento, o deployer.

Elas foram feitas com papel do tamanho da cera a ser trabalhada. Enquanto os testes aconteciam, aprendi como modelar e iniciar a prototipagem.

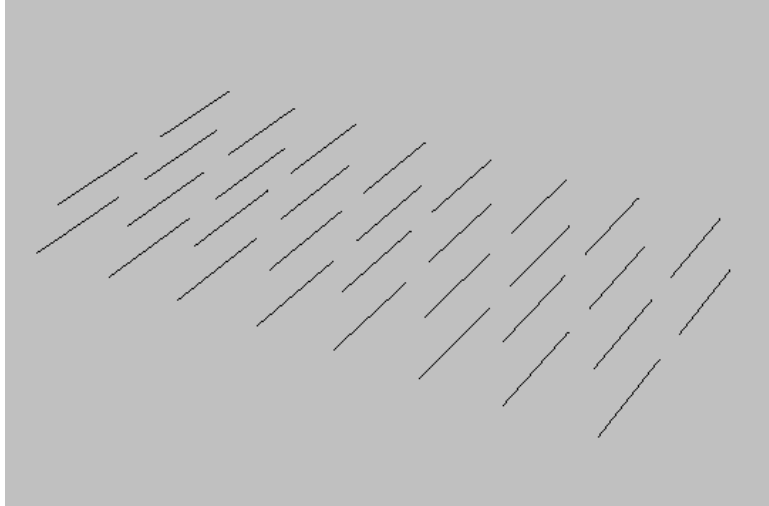




Com essas pesquisas iniciais percebemos que para maior expansão e mobilidade da chapa deveriam ser feitos cortes curtos e mais juntos para obter o melhor resultado.

#### 4.6 Pesquisa com a cera.

Fresamos em cera o seguinte padrão

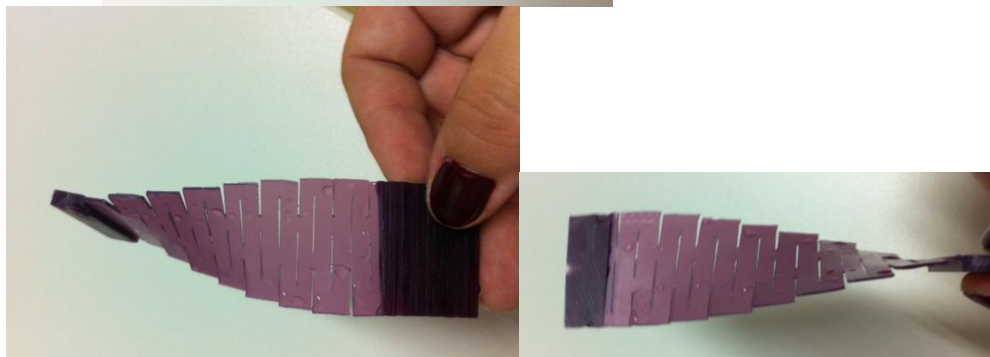


Após a fresagem tiramos as laterais da cera, que ficou medindo, aproximadamente, 38mm x 90 mm x 0.8 mm

Então, com ela pronta, esquentamos com o soprador, girando manualmente.

Ao chegar à forma que queríamos, esfriamos a mesma com água da pia.

E ela ficou da seguinte forma



Percebemos que:

- Os cortes devem ser simétricos nas abas para a deformação ser igual nas duas arestas;
- Os cortes devem ser extremamente limpos antes de aquecer para que a rebarba não solde e tape os cortes;
- Precisamos saber a temperatura ideal para amolecer a cera sem que ela se deforme;
- Precisamos tentar cortes com largura maior

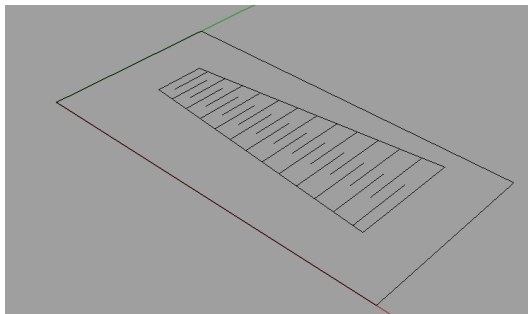
#### 4.7 Definição de cortes e resultados

Vimos que as chapas podem sofrer alguns tipos de deformação após a sua fresagem. São elas:

- 1- 2D curva
- 2- 2D expansão
- 3- Curva Simples
- 4- Torção

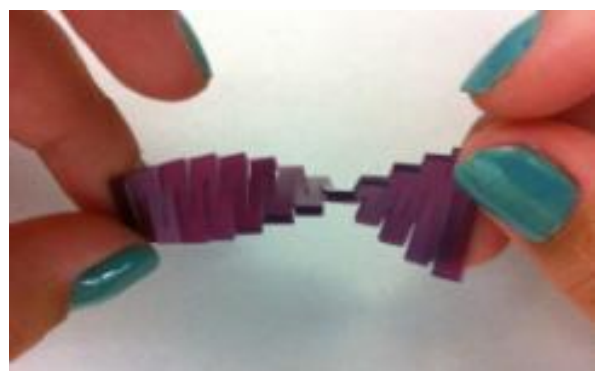
Assim, testamos cada forma, submetendo-a a cada um dos 4 tipos de deformação. Os resultados obtidos estão descritos abaixo.

##### 4.7.1 Primeira forma



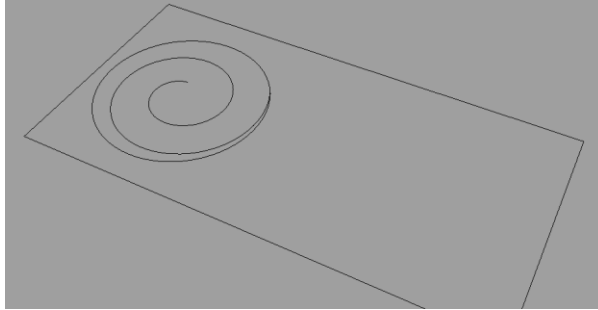
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



Vimos que esse corte funciona bem e resiste bastante aos movimentos. Em alguns momentos na extremidade de corte ele abriu um pouco.

#### 4.7.2 Segunda forma



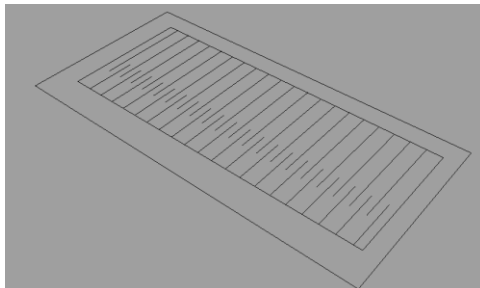
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
			<b>X</b>



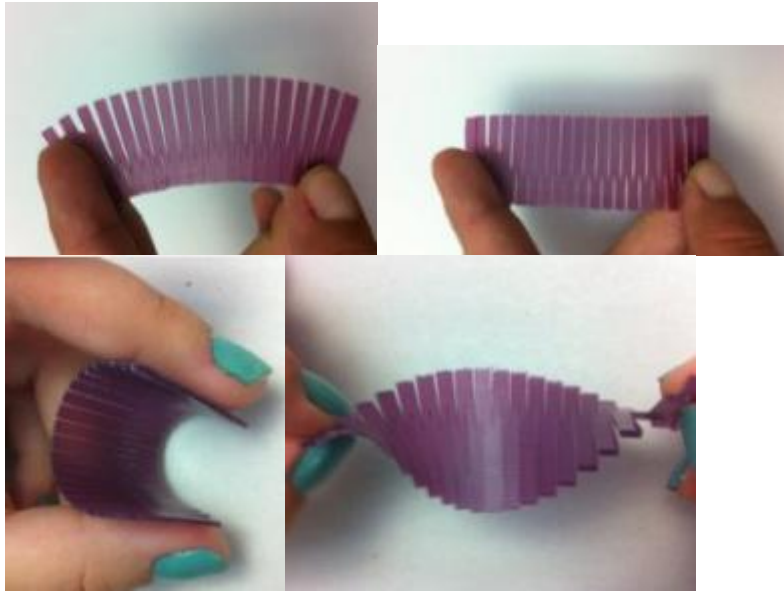
Embora esta forma tenha permitido apenas uma deformação, foi uma das formas mais resistentes, o desbaste do meio não aumentou em nenhum momento.

#### 4.7.3 Terceira forma



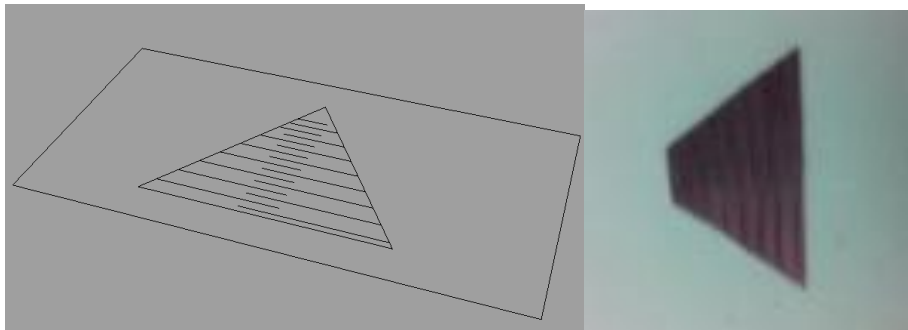
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



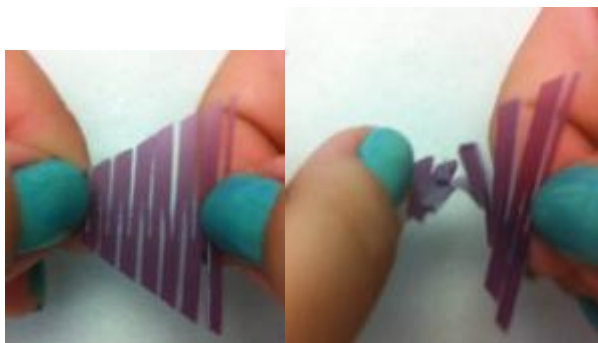
Esta forma ficou frágil, mas aguentou todos os testes. A melhor deformação feita nela, porém, foi a curva 2D.

#### 4.7.4 Quarta forma



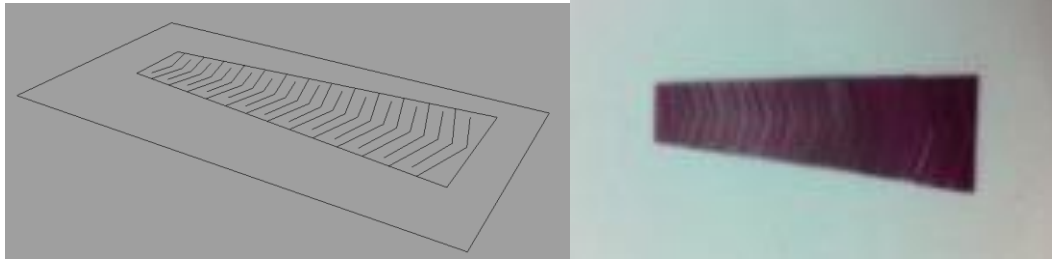
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
	<b>X</b>		<b>X</b>



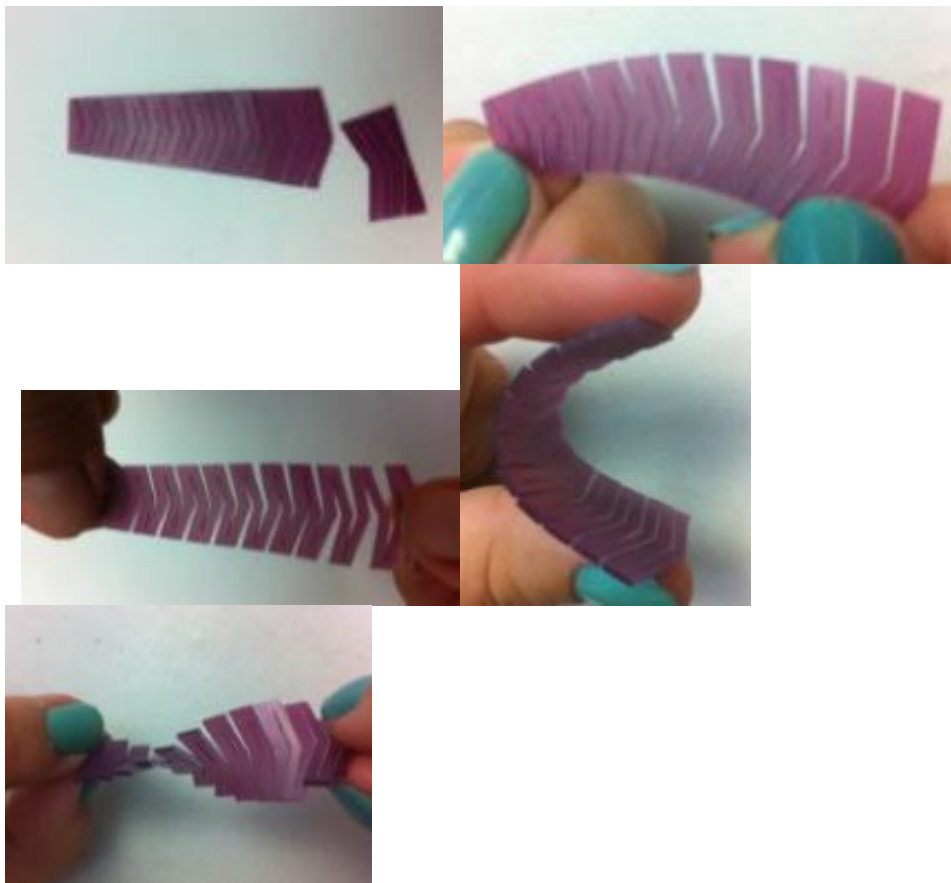
A ponta da forma logo quebrou assim que se iniciaram os testes. Ela ficou bem pequena e delicada, só suportando 2 transformações, mas acreditamos que seja por ser bem pequena.

#### 4.7.5 Quinta forma



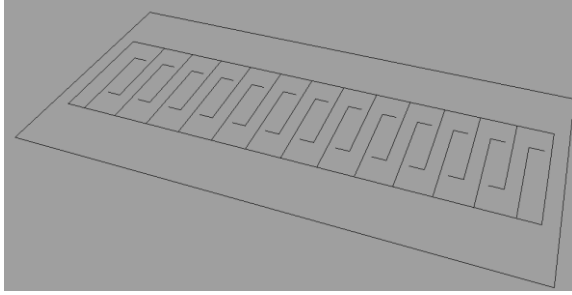
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



Esta forma quebrou antes mesmo de começarmos os testes, embora isto tenha acontecido ela teve boa performance nos outros testes.

4.7.6 Sexta forma



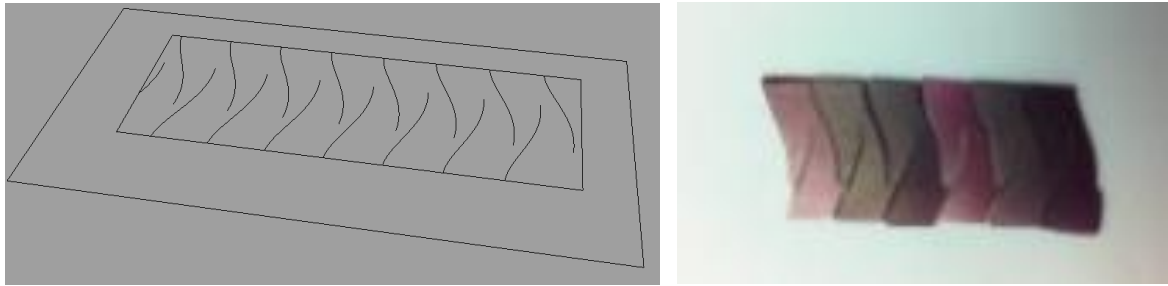
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



Esta forma ficou bastante frágil, não aguentou direito os testes e começou a se despedaçar durante todo o processo. Acreditamos que isto ocorreu por causa do corte em direção contrária. Acredito que isso pode ser resolvido se for feito um círculo no final do corte.

4.7.7 Sétima forma



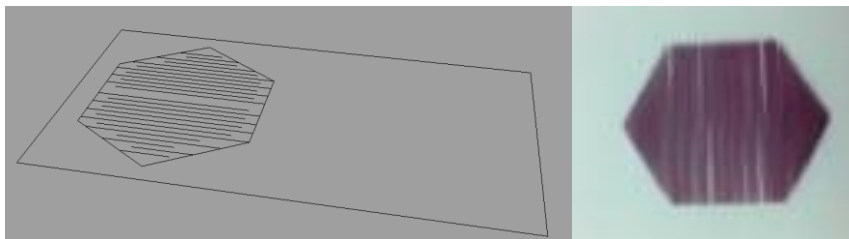
Tipos de deformação permitidos por esta forma:

2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção

Essa forma não permitiu nenhuma das deformações, ela quebrou toda logo no início dos experimentos. Percebemos que a espessura da placa ficou bem grossa, talvez por isso obtivemos este resultado

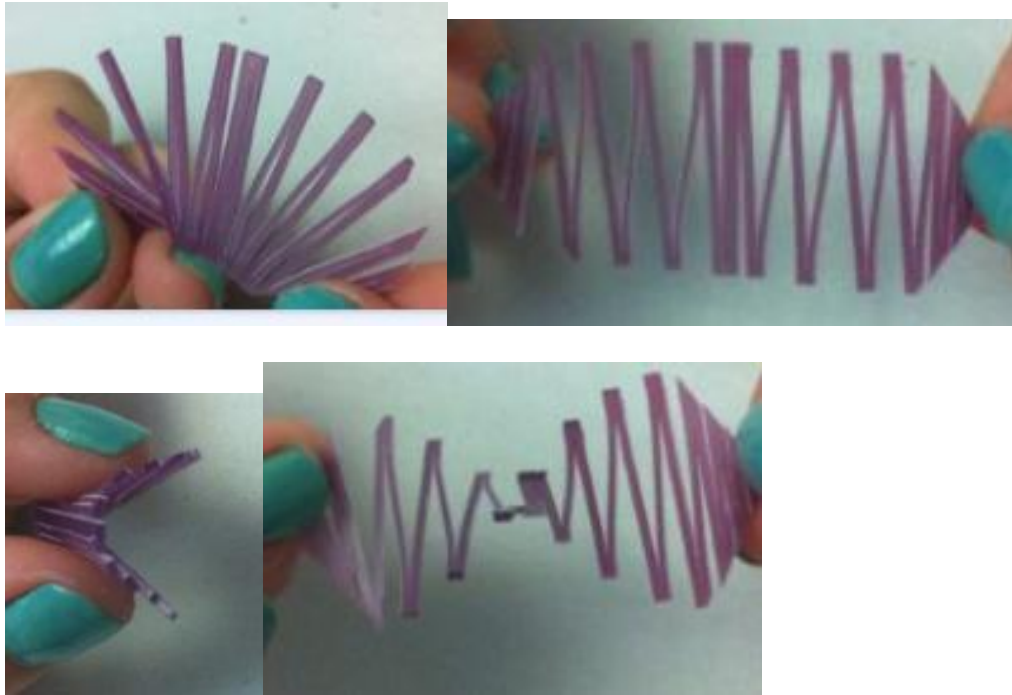


4.7.8 Oitava forma



Tipos de deformação permitidos por esta forma:

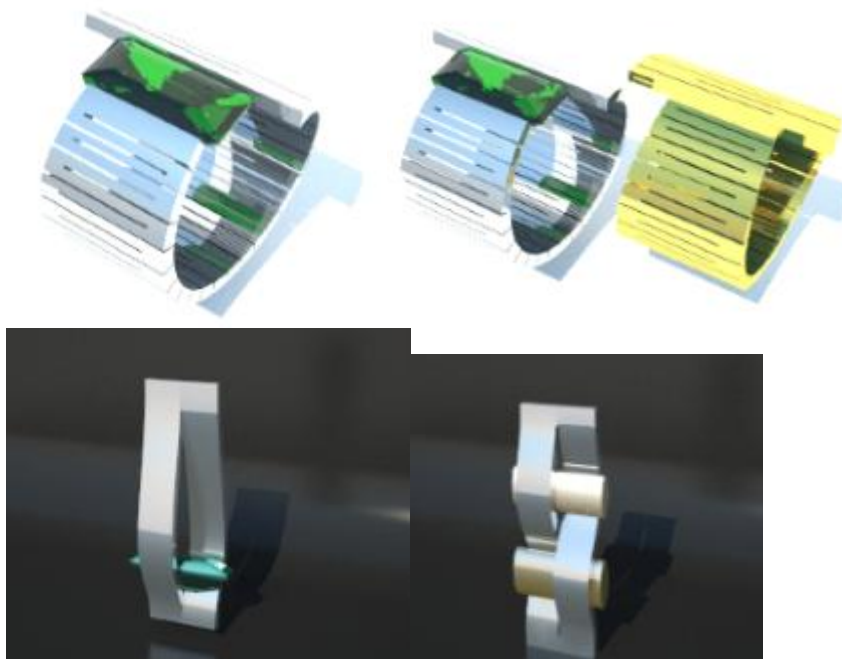
2D curva	2D expansão	Curva simples	Torção
<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>



Esta forma nos deu muitas possibilidades, foi a mais resistente de todos os testes. Isso ocorreu por causa dos cortes longos em espaços menores.

#### 4.8 Possíveis resultados

Por causa do tempo, não conseguimos mandar produzir a joia. Assim, simulamos joias utilizando os princípios da pesquisa. Veja nas imagens a seguir:





## **Conclusão**

Ao longo do processo de pesquisa sobre a transformação do plano foi possível explorar e compreender melhor a forma volumétrica, experimentando diferentes processos de construção e obtenção de formas inovadoras.

Vale ressaltar que pudemos perceber que todas as formas permitem utilizar um determinado tipo de cravação, que é a cravação por pressão, onde não são utilizadas grifas, a pedra é presa apenas por pressão.

Vimos, com o resultado da pesquisa, a transformação do 2D (o melhor que a máquina faz) para o 3D. Esta transformação permite uma economia de material, seja na produção (a cera), seja no produto final (ouro/prata entre outros), pois uma superfície grande pode ser obtida com a mesma quantidade de material de uma superfície pequena.

Através da experimentação encontramos diversas soluções interessantes para transmitir à forma volumétrica conceitos buscados ao longo do trabalho tais como inovação, beleza, fluidez e caráter orgânico.

Esta inovação requer conhecimento específico. Ao entrar no projeto tinha só parte dele, razão da demora do início da pesquisa. Outro comprometedor do tempo foi a necessidade de espera para a produção da peça pela máquina. Acredito que a pesquisa deva ter continuidade a fim de afirmar os resultados obtidos com este trabalho inicial, dando maior respaldo às conclusões. Deverá haver muita pesquisa ainda para chegar-se a um resultado final. Creio porém, que este foi um bom começo e um grande passo para o meio “Joalheiro” que ainda precisa de grandes inovações.

Cabe ao Designer estar atento às inovações tecnológicas que lhe trarão ferramentas diferenciadas, capacitando-o para vencer barreiras no campo da criação de formas inovadoras.

**Bibliografia**

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.

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

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