



C A P Í T U L O 7

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO E PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA CORTE DE VIDRO EM GEOMETRIAS NÃO CONVENCIONAIS PARA ARTESÃOS

Gabriel Moreli da Costa

Engenheiro Mecânico/UTFPR - Curitiba - PR - Brasil
UTFPR – Campus Curitiba, PR, Brasil

Carlos Cziulik, Ph.D.

Professor do Departamento de Mecânica/UTFPR - Curitiba - PR – Brasil
UTFPR – Campus Curitiba, PR, Brasil

INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, avançou-se mais sobre o entendimento do vidro e seu processamento do que em toda a história anterior para essa tecnologia. Hoje, os vidros estão presentes em praticamente todas as áreas da atividade humana: no ambiente doméstico, na ciência, na indústria e até na arte, adaptando-se às diversas finalidades para as quais são destinados. Em suas diversas aplicações, eles podem filtrar, conter, transmitir ou resistir a radiações eletromagnéticas em quase todas as faixas do espectro (AKERMAN, 2000).

O vidro possui aplicações técnicas distintas e diversas, atuando no campo da ótica e sinalização, nas fibras de isolantes térmicos e acústicos, no reforço estrutural de materiais compósitos e está cada vez mais presente nos cabos de fibra óptica.

Apesar do uso do vidro em aplicações de expressivo nível técnico ele continua sendo amplamente utilizado no campo do artesanato. Isso se deve à relativa versatilidade para se trabalhar com o material, seu baixo custo e pelo fato das peças artísticas produzidas a partir do vidro possuírem alto valor de mercado, resultando em bons retornos financeiros.

A produção manual de objetos, geralmente utilizando matérias-primas naturais, é conhecida como artesanato. Com a crescente mecanização dos processos, o artesão passou a ser visto como aquele que cria peças que refletem a cultura popular. Esses objetos, ao representarem e reforçarem os costumes, características, arte e história de um povo ou comunidade, conferem ao artesão um papel fundamental na sociedade (SEBRAE, 2021).

A artesã consultada para realização do trabalho utiliza o vidro como matéria-prima para confecção de pingentes de bijuterias, como colares, brincos e pulseiras. Para isso, retalhos de vidro são coletados em vidraçarias parceiras, recortados nas geometrias pretendidas, pintados e fundidos em alta temperatura, resultando na peça final (ver figura 1).

Figura 1 – Exemplos de bijuterias de vidro



Fonte: Autoria própria (2024)

Sabendo das limitações de processos impostos a artesãos que utilizam o vidro como matéria-prima, o trabalho a seguir viu como oportunidade o desenvolvimento de um dispositivo que auxilie no processo de corte do vidro em geometrias não convencionais, uma vez que esta atividade é de grande dificuldade e risco empregado. Além disso, na maioria das vezes, o processo de corte de vidro oferece baixa produtividade, baixa qualidade de acabamento e limitação quanto as geometrias de corte possíveis para produção.⁷

A partir da apresentação da oportunidade, o trabalho teve como objetivo desenvolver o projeto e protótipo de um dispositivo para corte de vidro em geometrias não convencionais para artesãos, resultando em melhorias de segurança, versatilidade, produtividade e qualidade.

Para que esses objetivos fossem atingidos, as etapas fundamentais abaixo foram realizadas:

- (1) Visita a campo para compreensão dos processos produtivos;
- (2) Caracterização e mapeamento detalhado do processo de corte atual;
- (3) Mapeamento técnico do processo de corte de vidro em geral;
- (4) Validação de esforços necessários para corte atual de vidro.

APLICAÇÃO DO VIDRO NO ARTESANATO

Artesanato

Segundo a Comissão Consultiva do Artesanato (apud LIMA e AZEVEDO, 1982) a atividade artesanal pode ser caracterizada com base na matéria-prima utilizada, no processo de produção e nas condições de trabalho. Em relação à matéria-prima, ela pode ser natural, semielaborada, elaborada ou proveniente de sobras de outros produtos. Cada tipo de material principal dá origem a práticas específicas, resultando em diferentes tipologias de produtos. Entre as matérias-primas mais utilizadas estão o barro, fios e tecidos, metais, pedras e vidros, entre outros.

O processo de produção deve ser predominantemente manual, permitindo o uso de ferramentas ou máquinas, desde que estas não substituam a criatividade e a habilidade do artesão. Além disso, a produção pode seguir um padrão, mas, mesmo quando há repetição, cada peça mantém sua individualidade devido à natureza artesanal do trabalho.

O artesanato desempenha um papel fundamental na economia criativa do Brasil, conectando tradição e desenvolvimento econômico. Com um setor que movimenta cerca de R\$ 50 bilhões anuais e representa 3% do PIB, a atividade artesanal é fonte de renda para milhares de brasileiros (MINISTÉRIO DA CULTURA, 2024).

Vidro

Os materiais vítreos apresentam uma característica interessante: seja qual for a necessidade, sempre haverá aplicações para os mais diferentes contextos. Dessa maneira, muitas vezes os vidros passam completamente desapercebidos, uma vez que, naturalmente, fazem parte de nosso cotidiano. Muito desta situação vem do fato de que os vidros são materiais conhecidos há muito tempo (ALVES; GIMENEZ; MAZALI, 2001).

Vestir Artesanato

Dentro dos diversos campos do artesanato, existe o grupo de artesãos que elaboram produtos que podem ser vestidos, mais especificamente, o de colares, brincos e pulseiras.

As pessoas vestem artesanato diversos motivos. Em primeiro lugar, o artesanato muitas vezes reflete a identidade cultural de uma comunidade ou região específica. Ao usar roupas ou acessórios artesanais, as pessoas podem expressar orgulho e conexão com suas raízes culturais e étnicas. Além disso, o fato de os produtos serem frequentemente produzidos à mão confere a elas um senso de autenticidade e qualidade artesanal. Isso pode ser valorizado por aqueles que apreciam o trabalho manual e as habilidades dos artesãos.

Processo de corte do vidro

Em um modelo de negócio, a artesã Juliana Moreli, 43 anos, produz bijuterias (ver figura 2) a partir de pingentes de vidro. A matéria prima é coletada a partir de retalhos de vidro que seriam descartados por um fabricante de molduras de quadros e porta-retratos. A partir daí, todo o processamento da matéria prima até a confecção do pingente de vidro é artesanalmente realizado por ela.

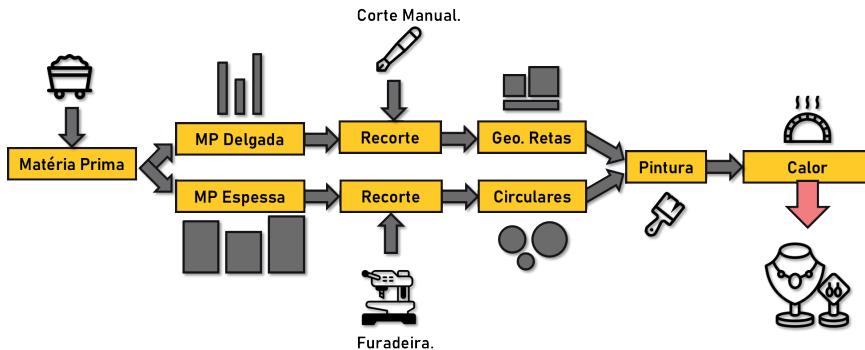
Figura 2 – Artesã e suas obras em feira de rua



Fonte: Autoria própria (2024)

O processo ao todo conta com as etapas de coleta da matéria prima e que pode tomar duas geometrias diferentes, circular ou de faces retas. Para a produção de peças de vidro circular é utilizada uma furadeira de bancada e brocas de perfurações de diamante. Enquanto para geometrias de faces retas é utilizada ferramenta de rodízio padrão para o corte do vidro, (ver figura 3).

Figura 3 – Esquema de produção das bijuterias



Fonte: Autoria própria (2024)

Após o corte, as peças são levadas à pintura, utilizando-se tinta específica para o trabalho. Após pintura e secagem, as peças vão ao forno durante oito minutos a uma temperatura de 850°C e permanecem sob resfriamento lento. A partir desse ponto, os pingentes estão prontos para serem montados em cordões ou apliques de metais para finalização da confecção das bijuterias, conforme figura 4.

Figura 4 – Pingentes de vidro fabricados artesanalmente

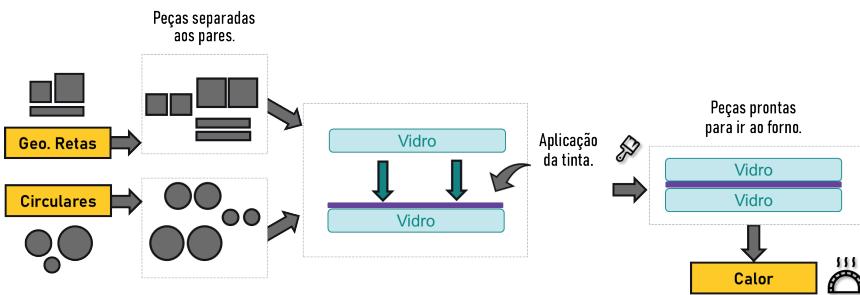


Fonte: Autoria própria (2024)

Nesse momento, é importante ressaltar o padrão geométrico adotado na produção atual dos pingentes, sendo unicamente formatos circulares ou semicirculares, quadrados e retangulares. Isso se deve aos métodos de corte utilizados atualmente e que serão devidamente explorados posteriormente.

Outro fato importante no modo de produção que é impactado diretamente pelo processo de corte e sua qualidade está na etapa seguinte, a de pintura. O pingente é composto por duas placas de vidro que devem ter dimensões muito similares. A tinta é adicionada a uma das placas de vidro recortada e a outra placa é posicionada em conjunto. A partir desse ponto, as peças estão prontas para receber calor, fundindo-se e tornando-se uma peça única, como é mostrado na figura 5.

Figura 5 – Esquema do processo de pintura dos pingentes



Fonte: Autoria própria (2024)

Benchmarking

A partir da vasta aplicação do vidro encontrada atualmente é possível encontrar uma quantidade considerável de dispositivos específicos para o corte desse material. Eles variam desde dispositivos extremamente simples, de operação manual e baixíssimo custo, até máquinas com comando numérico computadorizado (CNC), alto índice de automatização e produção. Um fato relevante que foi identificado a partir do benchmarking é a não existência, quando se trata do mercado brasileiro, de um dispositivo de corte “intermediário” entre máquinas de grande escala de produção e os instrumentos de corte comuns e manuais.

Levantamento das necessidades do cliente

Considerando que todo produto é projetado para ser utilizado por ou para alguém, as propostas metodológicas recomendam que sejam tomados cuidados especiais em termos de dados e que estes estejam alinhados com as necessidades

do segmento-alvo deste produto. Estabelecido o público-alvo, o passo crítico para o sucesso do produto é a identificação de suas necessidades. Um questionário com perguntas pertinentes aos processos empregados atualmente para a fabricação de peças de vidro e questões relacionadas aos seus requisitos e necessidades foi desenvolvido e aplicado à principal potencial cliente e usuária do produto a ser desenvolvido. Com a realização do questionário e entrevista foi possível identificar de maneira clara as necessidades do usuário.

A partir das respostas coletadas de um questionário e da análise realizada do mapeamento de processos adotada, determinou-se as necessidades dos clientes (ver quadro 1).

Quadro 1 – Excerto das necessidades dos clientes levantadas

	Necessidade dos clientes	Valor do Consumidor	Fonte
1	Possibilidade de corte de vidro em geometrias não convencionais.	8	Questionário
2	Possibilidade de corte de vidro em geometrias convencionais.	8	Análise de Processo
3	Eliminação de processos de lixamento posterior ao corte.	10	Questionário
4	Corte de matéria prima com dimensões não padronizadas.	8	Entrevista
5	Dimensões gerais dentro de 500x500x500mm.	7	Questionário
6	Baixo ruído.	8	Questionário
7	Corte de peças em tamanho mínimo de 7x7mm.	9	Entrevista
8	Corte de peças em tamanho máximo de 400x400mm.	6	Entrevista
9	Facilidade de limpeza.	8	Questionário
10	Facilidade de transporte.	6	Questionário
11	Segurança em relação aos estilhaços.	10	Questionário
12	Baixo Custo.	8	Questionário

Fonte: Autoria própria (2024)

A partir do levantamento das necessidades dos clientes faz-se necessário transformá-las, a partir do viés técnico e pragmático da engenharia, em requisitos de produto. A especificação do produto (ver quadro 2) é resultado do levantamento das necessidades dos clientes e dos requisitos do produto.

Quadro 2 – Excerto das especificações do produto

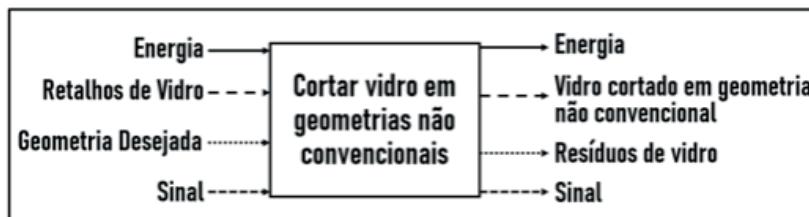
Requisitos do Produto	Objetivo ou Meta	Unidade	Tendência	Sensor	Saídas Indesejáveis
1 Tempo para seleção e corte de uma peça em geometria não convencional.	<=10	segundos	↓	cronômetro	Alta complexidade de operação e baixa produtividade.
2 Tempo para seleção e corte de uma peça em geometria convencional.	<=10	segundos	↓	cronômetro	Alta complexidade de operação e baixa produtividade.
3 Número de processos de acabamento posterior ao corte.	0	unidades	↓	contagem	Desperdício de tempo com processos de retrabalho das peças.
4 Número de operações necessárias para fixação da matéria-prima.	<=5	unidades	↓	contagem	Impossibilidade de utilização de retalhos de vidro como matéria-prima.
5 Largura.	<=500	mm	↓	trena	Impossibilidade de posicionamento em local adequado.
6 Comprimento.	<=500	mm	↓	trena	Impossibilidade de posicionamento em local adequado.
7 Altura.	<=500	mm	↓	trena	Impossibilidade de posicionamento em local adequado.
8 Controle de ruído.	<=50	dB	↓	decibelímetro	Impossibilidade de utilização local desejado.
9 Tamanho mínimo de peça possível.	<=50	mm ²	↓	trena	Limitação para a produção de peças nos tamanhos desejáveis.
10 Tamanho máximo de peça possível.	>=90000	mm ²	↑	trena	Limitação para a produção de peças nos tamanhos desejáveis.

Fonte: Autoria própria (2024)

PROJETO CONCEITUAL

A partir da definição das especificações do produto nas etapas anteriores, o projeto conceitual visou criar alternativas de concepções do produto que atendam a essas demandas, respeitando as limitações e restrições impostas. A escolha da melhor concepção, realizada a partir da matriz de avaliação relativa, buscou garantir que o produto cumpra sua função global de maneira eficiente, servindo de alicerce para o desenvolvimento do projeto preliminar.

Figura 6 - Função global do produto



Fonte: Autoria própria (2025)

Matriz de seleção do princípio de solução

Antes da definição e desenvolvimento da estrutura de funções do produto, viu-se necessária a definição do princípio de solução adotado para o corte do vidro. Ou seja, qual seria o método utilizado para cortar o vidro, dentre os quais estão a roldana de metal duro, jato d'água, fresamento, laser ou fio diamantado.

A partir dessa seleção foram realizados testes dos princípios de solução para cada um dos métodos, com o objetivo de avaliar o desempenho, as limitações e principais características para cada um deles.

Com base nos dados obtidos a partir dos testes, foi possível elaborar um quadro comparativo entre os diferentes métodos de solução (ver quadro 3). A avaliação considerou onze critérios com diferentes pesos, atribuindo pontuações de um a cinco para cada método de corte, onde um representa o pior desempenho e cinco, o melhor.

Quadro 3 - Matriz de seleção do princípio de solução

Critérios de Seleção	Marcador Vídea	Laser	Fresa	Jato D'água	Serra de fio	Peso	Vencedor
Velocidade de corte	8,3mm/s	0,16mm/s	1,95mm/s	N/A	0,035mm/s	-	Vídea
Investimento Inicial (Estimativa)	R\$ 150,00	R\$ 1.000,00	R\$ 300,00	R\$ 1.500,00	R\$ 120,00	-	Vídea
Risco de Segurança	3	3	3	4	3	5	Empate
Complexidade Manutenção	5	2	5	2	3	4	Vídea
Complexidade Projeto	3	3	3	2	2	3	Empate
Custo/Complexidade de operação	4	3	3	4	3	3	Vídea
Nível de Ruido	5	5	2	2	3	2	Vídea
Flexibilidade Geométrica	2	4	5	5	4	5	Jato
Portabilidade	4	4	4	2	3	3	Vídea
Qualidade do Corte	3	4	4	5	3	3	Jato
Processo secundário	Sim	Sim	Não	Não	Não	-	
Total	97	95	106	96	86		

Fonte: Autoria própria (2024)

A partir dessa matriz, o fresamento foi definido como método de corte com maior potencial de sucesso na aplicação no dispositivo.

Estrutura de funções

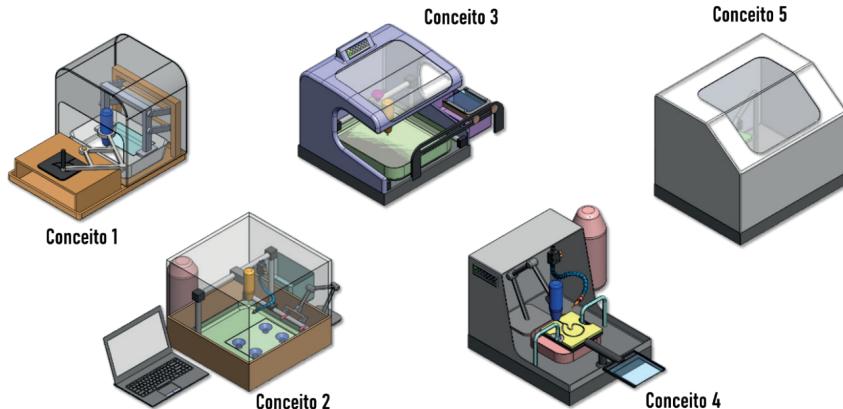
A partir da seleção do método de corte a ser utilizado, foi decomposta a função global em uma lista de subfunções de nível inferior, com o objetivo de simplificar a visualização do processo e aprimorar a concepção do produto. Cada subfunção elementar apresentada no mapa de funções possui uma variedade de alternativas de solução e que podem ser combinadas para a geração de diversas concepções do produto. Para essa construção foi utilizada a ferramenta matriz morfológica conforme Pahl et al. (2005), ver figura 7.

Figura 7 – Excerto da matriz morfológica

Função Global	Cortar vidro em geometrias não convencionais	Soluções				
		A	B	C	D	E
F1	Posicionar retalho de vidro na posição para corte	Manual	Braço articulado	Gaveta com guia	Braços rotativos	Trilho com ventosa
F1.1	Posicionar retalho de vidro no dispositivo					
F1.2	Fixar retalho para corte	Ventosas	Apoios Superiores	Presilhas Laterais	Quadro Superior	

Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 8 – Concepções criadas



Fonte: Autoria própria (2024)

Método para a geração das concepções

A partir de diferentes combinações das soluções apresentadas para cada subfunção na matriz morfológica, foram geradas cinco concepções de produtos e são dispostas na figura 10 a seguir.

Para a seleção da concepção com maior potencial, utilizou-se a matriz de avaliação relativa (ver quadro 4). A concepção de número 3 foi escolhida como referência para comparação com as outras soluções propostas.

A avaliação foi realizada com base nas especificações do produto passíveis de comparação, atribuindo-se um sinal positivo (+) caso a solução comparada fosse considerada superior à referência, um sinal negativo (-) caso fosse inferior, e um sinal de igualdade (=) caso apresentasse o mesmo desempenho. A cada comparação, os sinais positivos e negativos foram somados, e a solução com o maior valor absoluto da diferença entre os sinais foi selecionada. Após as análises, verificou-se um empate entre as concepções 1 e 3. A especificação de segurança foi adotada como critério de desempate, resultando na seleção da concepção 1 como a de maior potencial.

Quadro 4 - Matriz de avaliação relativa

Especificações de Avaliação	Tendência	Concepções				
		1	2	3	4	5
Referência	↓	=	=	=	=	=
	↓	+	-	-	-	-
	↓	=	+	-	=	+
	↓	=	-	-	-	-
	↓	=	-	-	-	-
	↑	+	+	-	=	+
	↓	=	-	-	-	-
	↓	-	-	-	-	-
	↓	=	+	-	=	=
	↓	-	-	-	-	-
	↓	-	-	-	-	-
	↑	+	+	-	=	+
	↓	-	=	-	-	-
	↑	+	+	-	=	+
$\Sigma (+) - \Sigma (-)$		0	-3	0	-6	-5
Classificação da concepção		1º	3º	2º	5º	4º

Fonte: Autoria própria (2025)

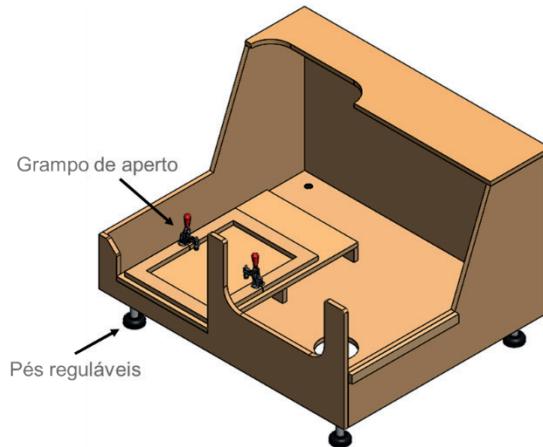
PROJETO DETALHADO E DIMENSIONAMENTO

Após a seleção da concepção de maior potencial, inicia-se a fase de dimensionamento de todos os componentes do projeto. Para o desenvolvimento de todas as peças, foi utilizado o software de modelagem CAD SolidWorks. A construção de um modelo matemático permitiu a análise de diversas alternativas e a identificação de riscos, diminuindo o número de erros e falhas, possibilitando maior precisão no desenvolvimento do projeto.

Base

A base do dispositivo (ver figura 9) tem como principal função o posicionamento de todos os componentes. É majoritariamente construído em material MDF devido sua versatilidade, resistência mecânica e baixo custo.

Figura 9 - Base do dispositivo

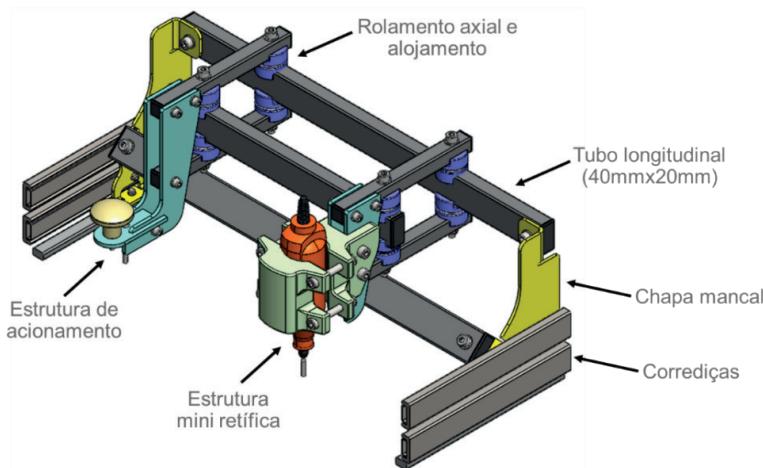


Fonte: Autoria própria (2025)

Mecanismo de movimentação longitudinal

A movimentação longitudinal da ferramenta ocorre a partir de um mecanismo de quatro barras fixado em guias lineares (ver figura 10). O sistema é construído a partir de tubos de aço de 40mmx20mm e 20mmx20mm, rolamentos e seus alojamentos, chapas de aço, corrediças, porcas e parafusos.

Figura 10 - Mecanismo de movimentação longitudinal

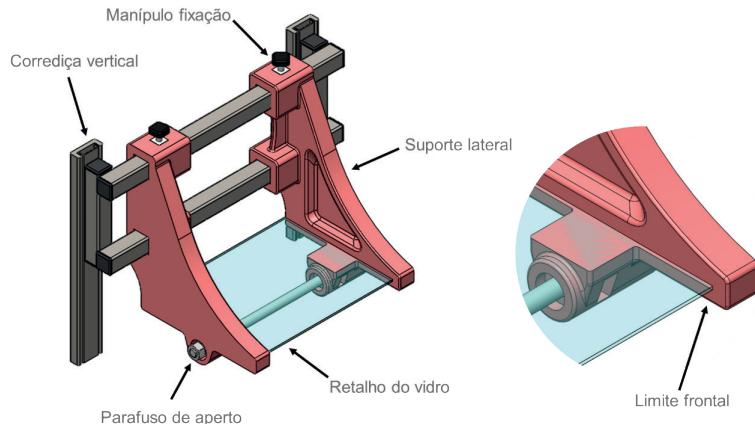


Fonte: Autoria própria (2025)

Suporte dos retalhos de vidros

O suporte dos retalhos tem função de fixar de maneira segura retalhos de vidro de diferentes dimensões, conforme figura 11.

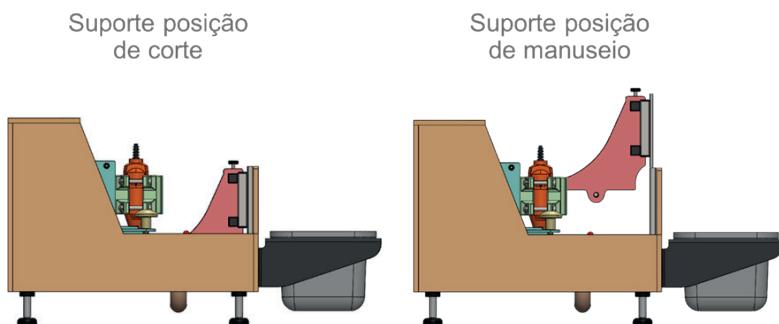
Figura 11 - Suporte dos retalhos de vidros



Fonte: Autoria própria (2025)

O sistema possui um parafuso que aproxima e afasta as placas que fixam os retalhos conforme é afrouxado ou apertado (ver figura 11). Além disso, o conjunto possui uma corrediça disposta na posição vertical, permitindo a elevação do conjunto, retirando-o da imersão em fluído de corte para manuseio (ver figura 12).

Figura 12 - Sistema de elevação do suporte

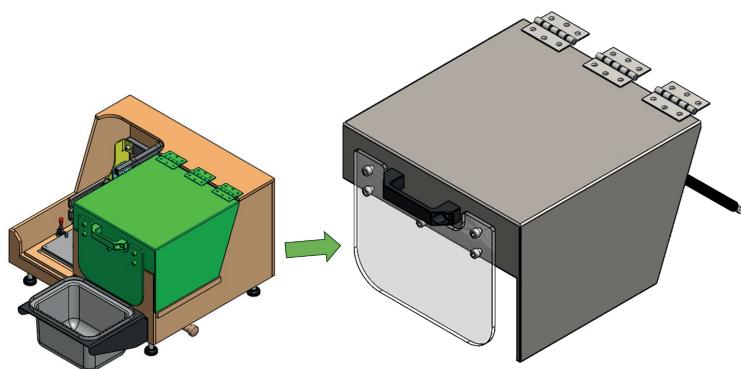


Fonte: Autoria própria (2025)

Proteções

As proteções têm como função isolar o ambiente de corte do operador, evitando que possíveis estilhaços possam atingi-lo. Além disso, as proteções devem permitir a visualização para inspeção do processo e deve ser de fácil manuseio para fechamento e abertura. Ela é composta de uma estrutura de tubos de aço, uma chapa metálica dobrada, um visor frontal de acrílico, um puxador e uma mola a gás (conforme figura 13).

Figura 13 - Proteções

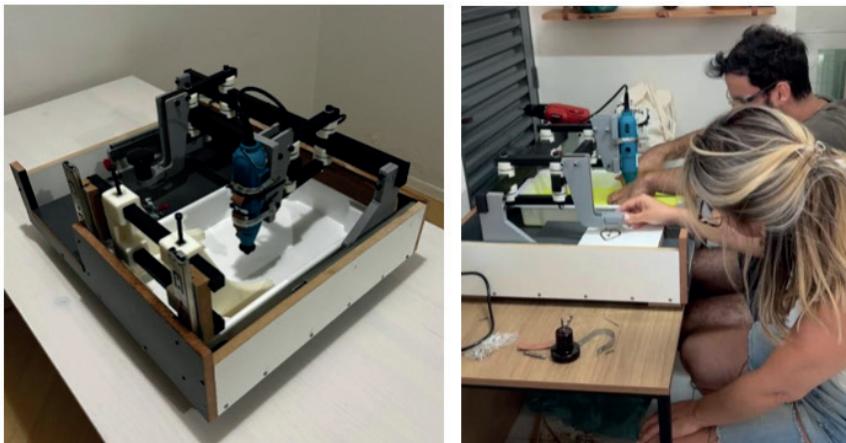


Fonte: Autoria própria (2025)

CONSTRUÇÃO DO PROTOTIPO E TESTES

Com a conclusão da fase de dimensionamento detalhado do produto, iniciou-se a construção de um protótipo para validação. Para minimizar custos, riscos e o tempo de fabricação, o primeiro protótipo do dispositivo foi desenvolvido em uma versão simplificada do projeto final.

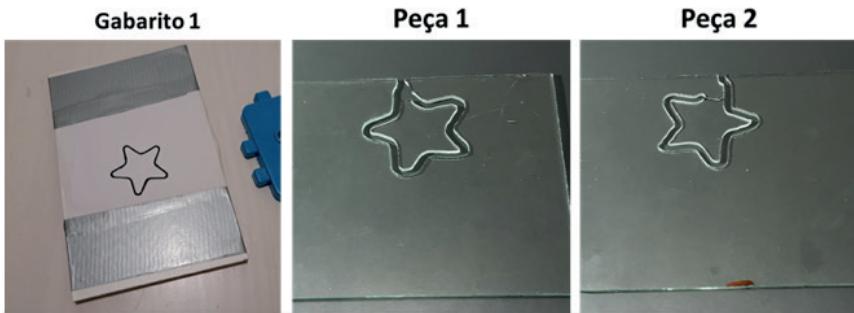
Figura 14 - Protótipo finalizado e testes



Fonte: Autoria própria (2025)

Nos testes preliminares do equipamento foram encontradas folgas no sistema de guias lineares e falta de rigidez do sistema de mancais fabricados em MDF, resultando no corte de uma geometria não correspondente à desejada. Medidas foram adotadas ao protótipo para a resolução das falhas de construção. A partir dessas melhorias iniciou-se uma nova bateria de testes e os resultados encontrados foram muito satisfatórios (Ver figura 15).

Figura 15 – Excerto dos resultados finais



Fonte: Autoria própria (2025)

CONCLUSÕES

A produção artesanal de pingentes de vidro para bijuterias apresenta grande potencial de crescimento no mercado. No entanto, os métodos tradicionais para fabricação dos pingentes não apenas representavam riscos à saúde e à segurança, mas também limitavam as possibilidades geométricas das peças. Essa limitação evidenciou uma oportunidade para o trabalho.

Com pesquisas extensas sobre o tema, sobre o mercado, avaliação do processo de corte adotado anteriormente, o levantamento das necessidades dos clientes, definição das especificações do produto e dos testes de princípios de solução para o corte de vidro, construiu-se uma base de informação sólida para o início do desenvolvimento do produto.

Com o desenvolvimento e análise conceitual do produto, definiu-se com segurança a solução que seria adotada como de maior potencial. O projeto dimensionamento e detalhado do produto foi essencial para tornar as funções do produto factíveis. Na sequência, a construção de um protótipo simplificado do produto, acompanhado de seus testes, melhorias adotadas e resultados alcançados, evidenciam que os objetivos do trabalho foram atingidos.

Durante a declaração da oportunidade encontrada para o trabalho, foram relatados problemas de segurança, produtividade e limitações geométricas do processo de corte de vidro. Dessa forma, concluindo o presente trabalho, pode-se afirmar que o produto desenvolvido reduziu os riscos de segurança presentes no processo e permitiu o corte de vidro em geometrias não convencionais. Em relação à produtividade, são necessários testes comparativos para comprovação da melhoria. De maneira geral, vê-se como atingidos de maneira satisfatória, os objetivos propostos para o trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores do presente trabalho gostariam de manifestar seu agradecimento à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em especial ao Departamento Acadêmico de Engenharia Mecânica (DAMEC), que proporcionaram um ambiente propício ao desenvolvimento do conhecimento e da inovação.

Agradeçemos também, o apoio financeiro da UTFPR/PROREC através do Edital 03/2024, que incentiva Trabalhos de Conclusão de Curso com enfoque em inovação.

À artesã Juliana Moreli, pela valiosa parceria ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo com informações detalhadas sobre seus processos, as quais foram fundamentais para a concretização deste projeto.

Ao professor Celso Salamon, pelo apoio contínuo em seu laboratório e pela generosidade de quem não poupou esforços para oferecer sua ajuda e compartilhar seu vasto conhecimento.

REFERÊNCIAS

AKERMAN, Mauro. **Natureza, estrutura e propriedades do vidro**. Alfenas: Centro Técnico de Elaboração do Vidro, 2000. Disponível em: https://www.unifalmg.edu.br/ppgcem/wpcontent/uploads/sites/116/2020/06/NaturezaEstrut_Prop_Vidro-Saint-Gobain2000.pdf. Acesso em: 16 abr. 2024

SEBRAE (org.). **Desafios e oportunidades para artesãos em 2021**. 2021. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/desafios-e-oportunidades-para-artesaos-em2021,e2a49f266efd7710VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 16 abr. 2024.

LIMA, A. A. de M.; AZEVEDO, I. M. **O Artesanato nordestino**: características e problemática atual. Fortaleza: BNB. ETENE, 1982.

MINISTÉRIO DA CULTURA. **MinC destaca a importância do protagonismo dos artesãos para a cultura brasileira**. Disponível em: <https://www.gov.br/cultura/ptbr/assuntos/noticias/minc-destaca-importancia-do-protagonismo-dos-artesaos-para-a-cultura-brasileira>. Acesso em: 15 dez. 2024

ALVES, O.; GIMENEZ, I.; MAZALI, I. **Vidros. Revista química nova na escola**, edição especial, p. 9-20, 2001.

PAHL, G. et al. **Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos - Métodos e Aplicações**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.