

INDAC



Instituto Nacional para
Desenvolvimento do Acrílico

Apresenta:

***Acrílico,
do começo ao fim.***

ÍNDICE

INTRODUÇÃO AO ACRÍLICO	3
HISTÓRICO	5
OBTENÇÃO DO ACRÍLICO	6
CARACTERÍSTICAS DO ACRÍLICO	10
NORMAS PARA CHAPAS ACRÍLICAS	16
ARMAZENAGEM E <i>LAY OUT</i> DA OFICINA	17
USINAGEM E CORTE	18
AUTOMAÇÃO NO PROCESSAMENTO	24
ACABAMENTOS	27
LIXAMENTO	28
POLIMENTO	29
MOLDAGEM	30
COLAGEM	33
DECORAÇÃO	40
CONSERVAÇÃO DE PEÇAS ACRÍLICAS	41

INTRODUÇÃO AO ACRÍLICO

Os termoplásticos acrílicos (PMMA) são obtidos da polimerização dos ésteres acrílicos, gerando materiais como as chapas fundidas ou “cast”, chapas extrusadas, tubos, tarugos, filmes e grânulos para moldagem por injeção ou extrusão.

As chapas fundidas são produzidas com ampla variedade de tamanhos e espessuras, sendo as maiores disponíveis em 3x 2 metros, e espessuras variando entre 1 a 24 mm.

As chapas “cast”, fundidas entre placas de vidro, possuem excelentes propriedades óticas e acabamentos das superfícies, além de serem oferecidas em uma grande variedade de cores e composições. As chapas acrílicas fundidas são fornecidas com formulações básicas para uso geral e com propriedades de absorção de raios ultravioleta, espelhadas e com características de alta termoformabilidade.

Todas as chapas acrílicas fundidas são fortes, estáveis, resistentes às condições do tempo e termoformáveis; disponíveis nas opções transparentes, translúcidas e em cores opacas, combinando com uma variedade de texturas superficiais.

As chapas extrusadas são produzidas pela compressão dos grânulos acrílicos através de uma rosca de extrusão convencional. O acrílico é fundido e empurrado através de uma matriz em um processo contínuo, possibilitando uma variedade de larguras e comprimentos.

O processo de extrusão é a opção mais econômica para a produção de chapas acrílicas. A chapa extrusada é a alternativa de menor custo dentre as outras opções, entretanto, linhas de fluxo e distorções podem ocorrer. São utilizadas quando a qualidade é “boa o suficiente” e a economia do projeto é quem dita as regras.

O revestimento ou “coating” nas superfícies das chapas estão disponíveis tecnicamente, porém, a um preço especial para necessidades anti-risco dos produtos finais. Atualmente existem inúmeros processos de revestimento de superfícies, os quais depositam uma película estável às superfícies, ampliando significativamente a resistência ao risco, a facilidade de limpeza e resistência a produtos químicos, eliminando, porém, a capacidade de termoformagem.

Quando o acrílico é escolhido para determinada aplicação, deve-se lembrar que transparência, brilho e as dimensões finais das peças não são afetadas pela exposição de anos a maresia ou a ambientes com atmosfera corrosiva.

As chapas acrílicas também resistem à luz de lâmpadas fluorescentes sem escurecer ou deteriorar. Elas desbotam quando expostas à intensa luz ultravioleta com emissões abaixo de 265 nm, contudo, formulações especiais resistem a emissões de fontes de luz ultravioletas como lâmpadas de vapor a mercúrio e sódio.

Adiciona-se pigmentos ao monômero visando produzir um amplo espectro de cores transparentes, translúcidas ou opacas. A maior parte das cores são

formuladas para possibilitar longo tempo de durabilidade à exposição externa. As chapas cristais são normalmente formuladas para bloquear as radiações ultravioletas de comprimento de onda abaixo de 370 nm.

Chapas especiais destinadas a absorção de raios ultravioleta são usadas para preservação de documentos em museus e para várias aplicações no setor de fotografia. Formulações especiais de chapas acrílicas também estão disponíveis para moldagens profundas de componentes como banheiras e cabines de banho.

As propriedades mecânicas do acrílico são elevadas e altas tensões conseguem ser suportadas com segurança por curtos períodos. Entretanto, para esforços mais prolongados as forças de tensão devem ser limitadas a 1.500 psi, visando evitar “crazing” ou rachaduras na superfície.

Os acrílicos estão entre os plásticos de melhor resistência ao risco. A resistência das chapas acrílicas, medida pela resistência à propagação de rachaduras pode ser melhorada pela indução de orientação molecular durante a moldagem

Os tubos e tarugos acrílicos também estão disponíveis nas opções fundidos ou “cast” e extrusados. Tubos e tarugos “cast” são produzidos a partir de monômeros fundidos dentro de moldes, que depois de curados são solidificados e então extremamente polidos para acabamento final das dimensões.

O processo de fundição é o de maior custo, mas possibilita uma melhor qualidade do produto. Tarugos fundidos são disponíveis acima de 5,0 mm de diâmetro, enquanto que os tubos podem ser adquiridos com diâmetro externo acima de 6,0 mm.

Tubos e tarugos extrusados são produzidos em equipamentos convencionais de extrusão, onde os grânulos acrílicos são comprimidos através de matrizes extremamente polidas para obtenção de produtos finais. Marcas da matriz e outras imperfeições fazem dos produtos extrusados produtos menos atraentes.

Propriedades do acrílico

Produtos acrílicos são conhecidos por serem atraentes, pelo brilho da superfície em praticamente qualquer cor. Em grandes tamanhos tridimensionais, as peças moldadas não são suficientemente rígidas, sendo necessário o uso de processo de enrijecimento, combinando uma chapa de acrílico com uma camada posterior de poliéster reforçado com fibra de vidro. A adesão entre as partes é excelente e os resultados podem ser observados em aplicações como displays de veículos e outros PDVs.

O peso reduzido e a resistência das chapas plásticas transparentes qualificam-nas para muitos trabalhos que poderiam ser direcionados para o vidro, incluindo nesta categoria materiais como o acrílico, poliestirenos e policarbonatos. Além da durabilidade destes materiais, suas superfícies são tão lisas quanto o vidro, fazendo-os, entretanto, mais suscetíveis ao risco devido à resistência superficial. Materiais resistentes à abrasão e tratamentos superficiais são as respostas a estes limites dos plásticos.

HISTÓRICO

Apesar dos monômeros acrílicos serem conhecidos desde 1843, sua expansão começou a ocorrer somente em 1901 com os estudos realizados na Alemanha pelo Dr. Otto Rohm. Em 1927 a Rohm & Haas produziu industrialmente o primeiro polímero acrílico (polimetil acrilato) sob o nome de “acrilóide” e “plexigum”, o qual foi vendido com uma solução do polímero em solvente orgânico e foi usado principalmente em lacas e formulações para revestimentos superficiais.

Em 1932, o inglês J. W. C. Crawford da ICI desenvolveu um método simples e econômico de se obter o metil metacrilato, enquanto que, seu companheiro, Rowland Hill estudava em profundidade a polimerização deste monômero.

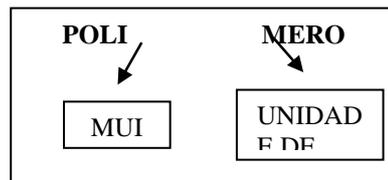
Atualmente, essa classe de polímeros é representada por inúmeros materiais, sendo o poli (metilmetacrilato) para plásticos e tintas e as fibras de poliácrlonitrila para uso têxtil os que apresentam maior interesse comercial.

Comercialmente, o poli (metilmetacrilato) é fornecido na forma de chapas e de grânulos ou pó para moldagem o qual é moldado pelas técnicas convencionais de transformação dos termoplásticos.

ACRÍLICO = METACRILATO DE METILA

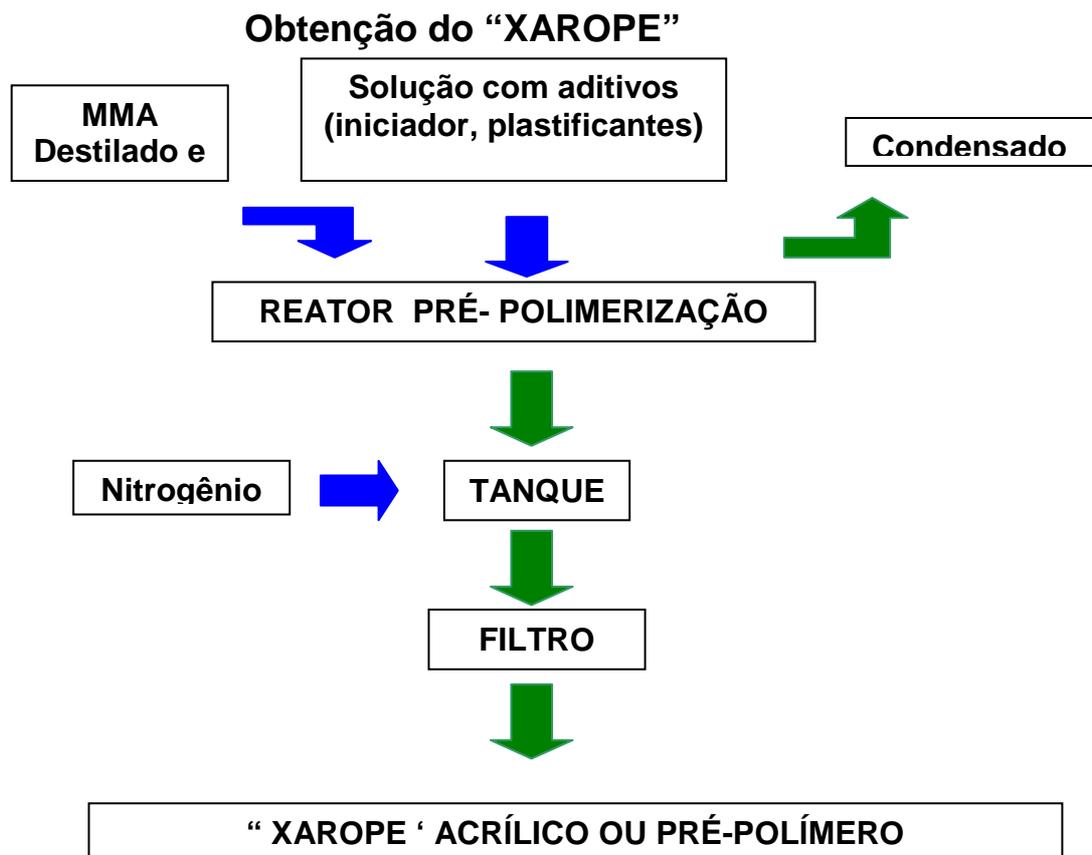
O acrílico é um polímero (poli = muitas; mero = partes), pois é constituído de grandes moléculas formadas por muitas unidades químicas (mero) que se repetem.

Pertence a família dos termoplásticos devido à possibilidade de conformá-lo com a aplicação de calor ou solvente.



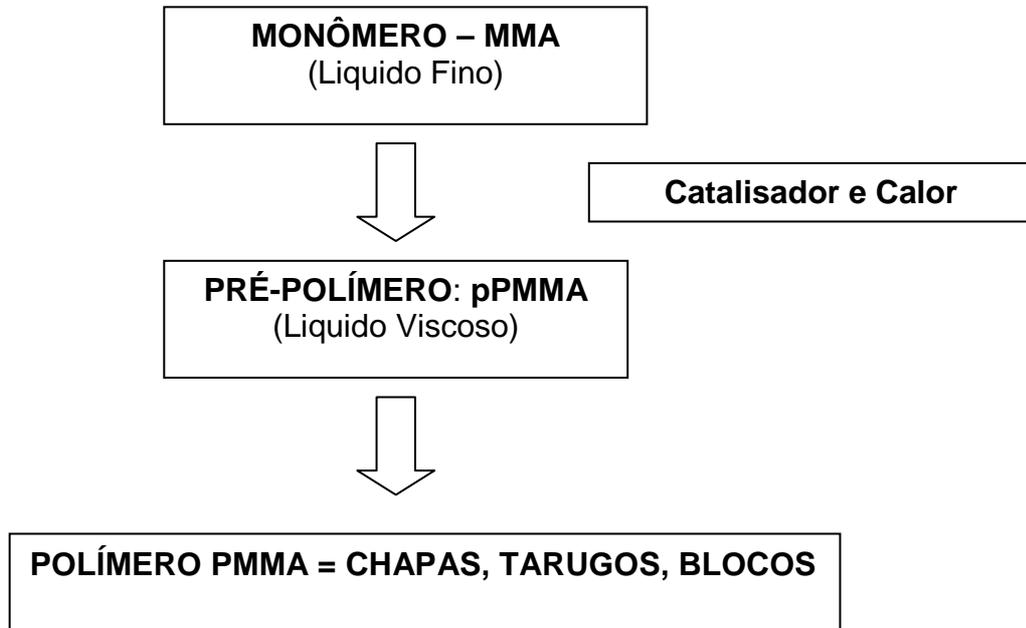
POLIMERIZAÇÃO DO MONÔMERO

O *metacrilato de metila* pode ser facilmente polimerizado pelas técnicas de polimerização em massa, solução, suspensão e emulsão.



Comercialmente, a técnica mais empregada é a de polimerização em massa, pois possibilita a obtenção direta do produto desejado. Um exemplo típico da utilização desta técnica seria a fabricação das chapas fundidas ou “cast”.

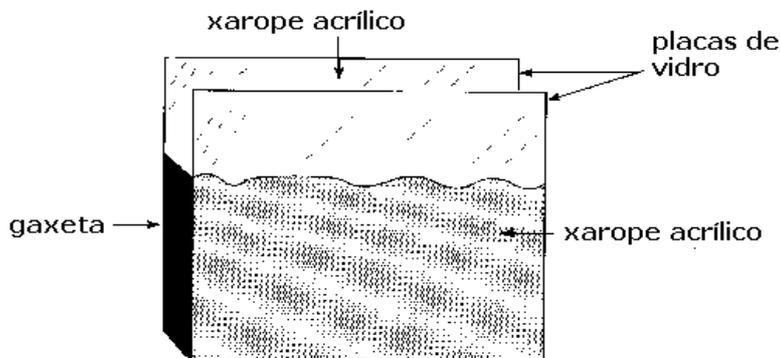
Obtenção das Chapas Acrílicas



Processo de Fundição ou “Cast”

O xarope acrílico é vazado entre duas placas de vidro e polimerizado em autoclaves, tanques de água quente ou estufas.

Em autoclaves, a polimerização se dá a uma temperatura de 90 °C, com pressão de 5 Kgf /cm², enquanto que nos tanques e estufas a temperatura atinge 70 °C à pressão atmosférica.



A obtenção de chapas Fundidas ou “Cast” se faz pelo processo de batelada, utilizando lâminas de vidro de alta qualidade superficial como moldes. A polimerização inicia-se com uso de catalisadores e ação da temperatura e é feita dentro de autoclaves, estufas ou banhos de água quente.

Assim se obtém chapas com alta transparência, grande resistência mecânica, mínimas tensões térmicas e distorções ópticas.

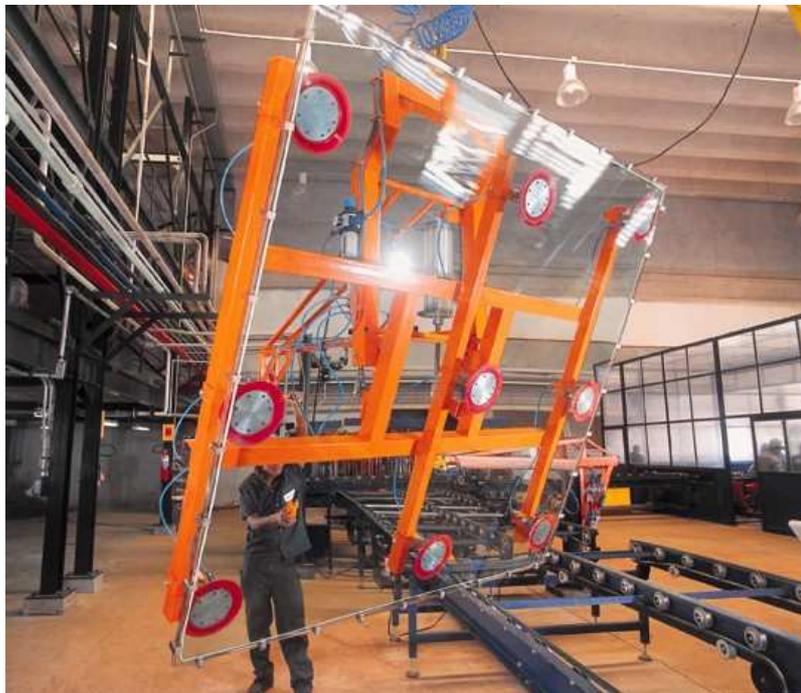
Preenchimento dos Moldes



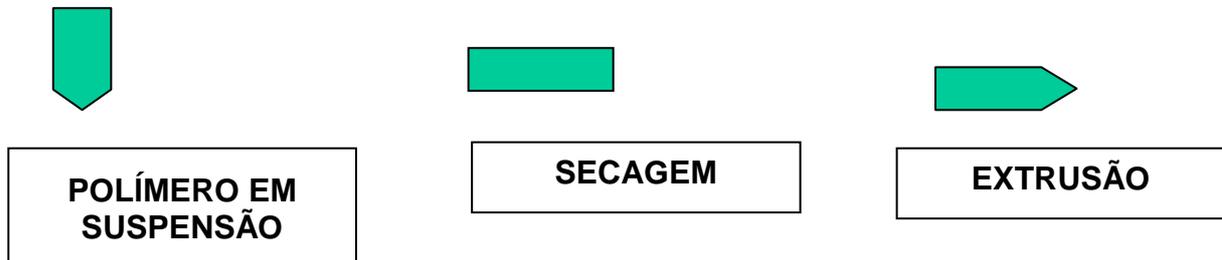
Carregamento das chapas



Manuseio interno das chapas após polimerização



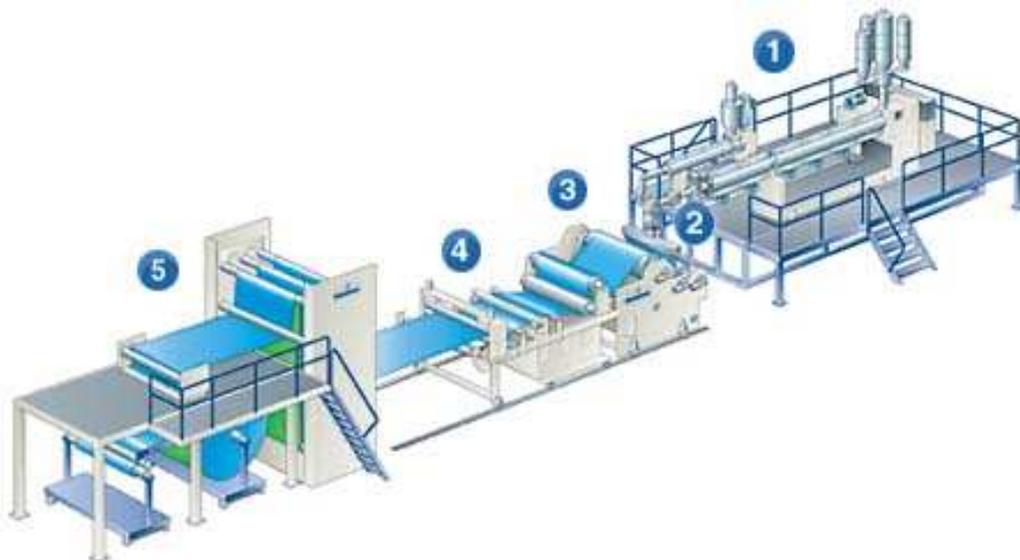
Obtenção da Resina Acrílica para Extrusão



Processo de Extrusão

Para a obtenção das chapas utiliza-se a resina acrílica na forma de pó ou no formato de grânulos, que passa por uma extrusora seguida de calandragem em processo contínuo.

Possui excelente regularidade de espessura com variações inferiores a $\pm 5\%$, consegue-se chapas com comprimento de até 6 metros, ou maiores se desejado. Seu custo é inferior ao das chapas Fundidas devido a alta produtividade.



CARACTERÍSTICAS DO ACRÍLICO

As chapas de acrílico se destacam entre outros materiais graças às suas qualidades e propriedades excepcionais, responsáveis pela ampla variedade de aplicações - dos materiais de construção até artigos domésticos, displays, luminosos, fachadas e outros.

Propriedades

- Transparência: as chapas "cristais" são mais transparentes que o vidro;
- Resistência a intempéries sob qualquer clima;
- Absorção de água: com 2 a 100% de umidade relativa, apresenta aumento dimensional de no máximo 0,35%;
- Resistência à abrasão comparável à do alumínio;
- Peso: densidade relativa de 1.19 g/cm³. Uma chapa de 2 m² por 3 mm de espessura pesa aproximadamente 7, 26 kg;
- Higiene: segurança total quando em contato com alimentos;
- Resistência química: boa aos produtos químicos mais comuns;
- Quebra: boa resistência, sem tendência à fragmentação;
- Queima: semelhante à madeira dura, mas sem produzir fumaça.

Vantagens

O acrílico é um dos materiais mais versáteis, com utilização em diversos tipos de trabalho - objetos decorativos, brindes, fachadas, luminosos - e na construção civil, principalmente em coberturas, domos, protetores acústicos, parapeitos de sacadas etc. Suas principais vantagens são:

- Durabilidade: cerca de 10 anos resistindo a sol, chuvas, tempestades e todo tipo de intempérie;
- Variedade: você encontra as chapas de acrílico em inúmeras cores e espessuras, que permitem diferentes formas de moldagem;
- Maior difusão de luz, flexibilidade e transparência: você valoriza suas fachadas, luminosos e coberturas;
- Garantia contra o amarelado do tempo: o acrílico mantém as cores originais e a transparência, por ser protegido contra os raios solares UV.

Comparações

- Cristalino, transparente, atingindo 92% de transmissão de luz;
- Duro, rígido e resistente;
- Excelente resistência à radiação UV e às intempéries;
- Boa resistência química;
- Excelente moldabilidade na termoformagem;
- Infinitas possibilidades de cores (*transparentes, translúcidas e opacas*);
- Limitada resistência a solventes;
- Baixa resistência à fadiga;

- Inflamável, porém com baixa emissão de fumaça quando queimado;
- Baixa resistência a álcool;
- Baixa resistência a abrasão, porém quando riscado é plenamente recuperado por polimento;
- Atóxico: segurança total quando em contato com alimentos;
- Boa resistência à quebra, sem tendência à fragmentação;
- Absorção de água: Retém cerca de 2% de umidade e com essa absorção existe um aumento dimensional de no máximo 0,35%;

Dados Comparativos entre as chapas Fundidas e Chapas Extrusadas

PROPRIEDADES	MÉTODO DE ENSAIO	UNIDADE	VALORES	
			CHAPAS CAST	EXTRUSADAS
1. FÍSICAS E ÓTICAS				
Densidade	ISO 1183 - A, C ou D	g/cm ³	1,19	
Absorção de água (após 24 hs a 23°C)	ISO 62-1	%	0,5	
Índice de refração	ISO 489-A	nD	1,49	
Transmitância luminosa total (p/ cristal)	ISO 13468-1	%	min. 90	
2. MECÂNICAS				
Resistência à tração	ISO 527	MPa	min. 70	min. 60
Resistência à flexão	ISO 178	MPa	110	110 a 115
Resistência ao impacto Charpy	ISO 179/1fU	KJ/m ²	min. 13	min. 8
Dureza Rockwell	ISO 2039-2	Escala M	100	90 a 95
3. TÉRMICAS				
Temperatura de amolecimento Vicat	ISO 306 - B50	°C	min. 105	min. 88
Temperatura de deflexão sobre carga	ISO 75-2 / A	°C	98	80 A 101
Coefficiente de expansão linear	ISO 11359-2	K -1	7 x 10 ⁻⁵	
Varição dimensional em temperatura elevada (contração)	Anexo A da Norma NBR 7823-1 (para Cast)	%	máx. 2,5	de 10 a 20 % (depende da espessura)

Obs: informações definidas nas normas NBR ISO 7823-1 e 7823-2

Comparação entre chapas 'cast' x extrusadas

As chapas extrusadas podem substituir as chapas fundidas ou "cast" em numerosas situações. No entanto, ao efetuar a escolha de um tipo de chapa, seja qual for a aplicação desejada, torna-se importante considerar tanto as condições de trabalho que a chapa estará submetida na utilização final quanto ao método de processamento para transformar a chapa em artigo final, assim como o custo envolvido.

Usualmente a chapa extrusada é uma opção adequada quando se deseja otimizar a relação custo-benefício, aliada a uma menor variação de espessura em relação às chapas "cast".

As chapas extrusadas podem ser encontradas comercialmente com espessuras que variam entre 1,5 a 20 mm, conforme pode ser demonstrado na tabela abaixo. Convém salientar a menor resistência térmica, química e ao impacto, bem como uma menor viscosidade e memória do polímero fundido, comparativamente às chapas fundidas de mesma espessura.

Estas propriedades são resultantes principalmente do menor peso molecular do PMMA empregado no processo de extrusão, comparativamente à

polimerização a partir do monômero durante o processo de fabricação das chapas “cast”, bem como à maior orientação molecular resultante do fluxo através da matriz da extrusora.

As ferramentas usadas para processamento das chapas extrusadas devem utilizar velocidades de corte e perfuração em torno de 20% inferior àquelas utilizadas para chapas “cast”, visando não “grudar” na chapa. O ideal é refrigerar a ferramenta com ar comprimido, testando o processo antes de partir para produção do artigo final. Cuidados durante o polimento também se fazem necessários para não exercer pressão demasiada contra os rolos de polimento, de forma a não aquecer demasiadamente a chapa.

O processo de colagem é similar ao das chapas “cast”, porém, os componentes da cola não devem atacar a chapa extrusada, sendo necessária portanto uma cola específica.

Filmes estiráveis ou encolhíveis de PVC podem atacar as chapas acrílicas, tanto “cast” quanto extrusadas, gerando fissuras e perda de brilho superficial.

Assim como acontece com todos os termoplásticos, tanto as chapas “cast” quanto as chapas extrusadas possuem resistência a tração e alongamento em função da temperatura, variando de cerca de 70 MPa e 5% a 20°C a cerca de 25 MPa e 23% a 80°C.

A resistência das chapas extrusadas às intempéries é similar às chapas “cast”, para formulações similares, sendo superior aos demais materiais poliméricos, inclusive policarbonato. Isso pode ser claramente constatado através da transmitância das chapas acrílicas após 10 anos de exposição, atingindo cerca de 90%, com base no valor inicial de 92%.

Outro aspecto comum entre os dois tipos de chapas acrílicas é quanto a reciclabilidade. As aparas das chapas extrusadas podem ser moídas e realimentar a extrusora, enquanto que as aparas das chapas “cast” podem ser destiladas, regenerando-se e obtendo-se novamente o monômero. A quantidade de reciclados nas chapas extrusadas varia em função das propriedades e exigências de qualidade do produto final reciclado. Usualmente valores de até 10% de reciclados não afetam significativamente as propriedades das chapas.

Comparativo entre Chapas Fundidas Originais x Recicladas

Atenção especial deve ser dada às chapas recicladas, pois são oferecidas com propriedades semelhantes às chapas de acrílico “virgens” ou originais, ou seja, aquelas produzidas com 100% de Metacrilato de Metila (MMA). Análises mais sérias demonstram propriedades extremamente diferentes entre os dois produtos, que são reveladas na tabela abaixo:

PROPRIEDADES	"ORIGINAIS" (100% MMA)	RECICLADAS (Monômero impuro)
APARÊNCIA <i>Cristalinidade inicial</i>	Excelente	Levemente amarelada
TRANSPARÊNCIA <i>(Transmissão de luz)</i>	92%	85%
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO <i>(MPa)</i>	Alta min. 70	Baixa ~ 50 (máximo)
RESISTÊNCIA A INTEMPÉRIES <i>(Raios ultravioleta)</i>	10 anos sem amarelamento	Amarelamento após 1 ano
RESISTÊNCIA QUÍMICA	Boa	Ruim

Propriedades Mecânicas

O acrílico tem menor resistência à tração e menor rigidez que o vidro e o Policarbonato. A resistência à tração diminui gradualmente com o aumento da temperatura.

Em aplicações como vidraças, as chapas acrílicas necessitam de espessura 1,5 a 2,5 vezes maior que o vidro para manter a mesma rigidez. Possui boa resistência ao impacto, na quebra, e a chapa acrílica não estilhaça como o vidro. O acrílico quebra em pedaços não cortantes e é um material sensível ao entalhe.

Uma chapa acrílica tem a metade do peso de uma chapa de vidro de mesmo tamanho e espessura.

Propriedades Térmicas

- Melhor resistência a choques térmicos que o vidro;
- Chapas acrílicas podem contrair ou expandir devido a mudanças de temperatura e umidade.

Tabela 3 - Dados comparativos

<i>Material</i>	Coeficiente de Expansão Térmica (mm./m.°C)
Acrílico	0,0738 (= Policarbonato)
Vidro	0,0091

Visando melhor adequação do uso do acrílico com lâmpadas incandescentes, recomenda-se as temperaturas máximas citadas na tabela abaixo para uso

contínuo em peças de iluminação, ajustando-se a distância da fonte luminosa das chapas acrílicas:

Temperatura máxima recomendada de uso contínuo	
Para chapas "Cast"	de 85 a 90 °C para artigos planos de 80 a 85 °C para artigos termoformados
Para chapas extrusadas	de 75 a 80 °C

Propriedades Químicas

Boa resistência química

Ácidos diluídos (ex: vinagre)
Soluções de bases inorgânicas
(ex: amônia, água sanitária)
Solventes orgânicos apolares
(ex: hexano, aguarrás, querosene)
Bebidas alcoólicas (Ex. cerveja, vinho, whisky, aguardentes, etc.)
Xaropes alimentícios e farmacêuticos
Óleos vegetais

Baixa resistência química

Solventes aromáticos (ex: benzeno, tolueno)
Hidrocarbonetos clorados (ex: CCl₄)
Ácidos orgânicos (ex: ácido acético)
Ésteres, cetonas
Graxas e óleos
Álcoois e Tiner (*diluyente de tintas*)
Soda cáustica

Segurança e precauções contra incêndio

Chapas e resinas acrílicas são termoplásticos combustíveis e, por isso, devem ser tomadas as devidas precauções de proteção contra chamas e fontes de alto aquecimento. Em geral, produtos acrílicos queimam rapidamente até desaparecerem, caso o fogo não seja apagado a tempo.

Assim, deve-se avaliar adequadamente o uso destes materiais e recomenda-se que os códigos de construção civil sejam rigorosamente seguidos, assegurando a aplicação correta do material.

As propriedades sobre flamabilidade de chapas acrílicas Fundidas ou "Cast" e Extrusadas estão assim relacionadas:

PROPRIEDADES	MÉTODO ASTM	VALORES	
		Cast	Extrusadas
Temperatura de auto-ignição	D 1929	490 °C	455 °C
Taxa de queima (para chapas de 3 mm espessura)	D 635	30 mm/min	25 mm/min
Densidade da fumaça	D 2843	10,3%	4,8%

Variedades de Chapas

Há uma grande variedade de chapas acrílicas no mercado:

- Variedades de tamanhos e espessuras, de 1,0 x 1,0 m até 3,0 x 2,0 m
- Superfícies lisas ou trabalhadas;
- Cores transparentes, translúcidas e opacas;
- Opacas de várias densidades, visando difusão de luz;
- Grande espectro de fumes;
- Chapas decoradas, específicas para aplicações especiais.

TAMANHOS E PESOS DE CHAPAS ACRÍLICAS FUNDIDAS OU "CAST"

Espessuras (mm)	1,0	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0	10,0	12,0	15,0	18,0	20,0	24,0
Dimensões (mm)															
1000 x 1000	1,2	2,4	2,9	3,6	4,8	6,0	7,1	9,5	10,7	11,9	14,3	17,9	21,4	23,8	28,6
1000 x 2000		4,8	5,7	7,1	9,5	11,9	14,3	19,0	21,4	23,8	28,6	35,7	42,8	-	-
1200 x 2100		6,0	7,2	9,0	12,0	15,0	18,0	24,0	27,0	30,0	36,0	45,0	54,0	60,0	72,0
1220 x 2440			8,5	10,6	14,2	17,7	21,3	28,3	31,9	35,4	42,5	53,1	63,8	70,9	85,0
1350 x 1850			7,1	8,9	11,9	14,9	17,8	23,8	26,8	29,7	35,7	44,6	53,5	-	-
1500 x 2500		-	-	13,4	17,9	22,3	26,8	35,7	40,2	44,6	53,6	-	-	-	-
2000 x 2000		-	-	14,3	19,0	23,8	28,6	38,1	48,8	47,6	57,1	71,4	85,7	-	-
2000 x 3000		-	-	-	28,6	35,7	42,8	57,1	64,3	71,4	85,7	-	-	-	-
Tolerância da espessura (+/- mm)	0,5	0,6	0,64	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,8
	<i>Conforme norma NBR-ISO 7823-1</i>														

TABELA DE TAMANHOS E PESOS DE CHAPAS ACRÍLICAS EXTRUSADAS

Espessuras (mm)	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	9,00	10,00	12,00	15,00	18,00	20,00
Dimensões (mm)													
1000 x 2000	4,90	5,95	7,14	9,52	11,90	14,28	19,04	21,42	23,80	28,56	35,70	42,84	47,60
2000 x 2000	9,80	11,90	14,28	19,04	23,80	28,56	38,08	48,84	47,60	57,12	71,40	85,68	95,20
2050 x 3050		18,60	22,32	29,76	37,20	44,64	59,52	66,96	74,40	89,28	111,61	133,93	148,81
Tolerância da espessura (mm)	+/- 10%		+/- 5%										
	<i>Conforme norma NBR ISO 7823-2</i>												

NORMAS PARA CHAPAS ACRÍLICAS

As chapas acrílicas foram normalizadas no Brasil em maio de 2002 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com base em normas internacionais ISO - International Standard Organization.

As duas normas são:

NBR-ISO 7823-1:

Chapas de poli (metacrilato de metila) - PMMA: Tipos, dimensões e características - Chapas Fundidas (Cast)

NBR-ISO 7823-2:

Chapas de poli (metacrilato de metila) - PMMA: Tipos, dimensões e características - Chapas Extrusadas, calandradas

Dentre os diversos parâmetros normalizados, um dos mais importantes refere-se à variação de espessura das chapas acrílicas, definidas de acordo com o processo de produção e com a espessura nominal:

Chapas fundidas ou “Cast”

Espessuras entre **2,0 a 25 mm**, a variação é definida pela fórmula:

Variação = +/- (0,4 + 0,1 e)

e = espessura nominal, medida em mm.

Extrusadas:

Espessuras entre **1,5 a 2,5 mm** - variação admissível: **+/- 10**

Espessuras entre **3,0 a 12,0 mm** - variação admissível: **+/- 5%**

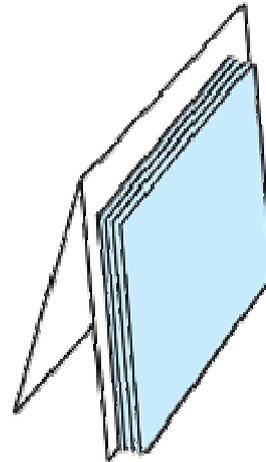
Para melhor entendimento na compra de chapas acrílicas, sugerimos adquirir as normas diretamente na ABNT: www.abntdigital.com.br

ARMAZENAGEM E PREPARAÇÃO

As chapas acrílicas devem ser estocadas embaladas com o filme protetor original, apoiadas pelas bordas em cavaletes com base ligeiramente inclinada. Esta armazenagem proporciona apoio adequado e evita danos durante a retirada.

Empilhamento horizontal não é recomendável pois dificulta a retirada e, dependendo das partículas entre chapas, pode danificar as superfícies. Muito importante também é evitar a formação de "barrigas" que provoquem empenamento acentuado.

O filme protetor impede danos à superfície das chapas durante o manuseio e transporte. Deve ser mantido o maior tempo possível, inclusive no corte e lixamento, protegendo contra riscos. O filme deve ser previamente retirado somente nas operações que exijam pré-aquecimento da chapa.



LAY OUT DA OFICINA

O arranjo físico e os equipamentos da oficina dependerão do tipo e volume de trabalho a ser realizado. Ao elaborar o arranjo físico, será importante ter em mente o seqüencial normal de operações: serrar, furar, lixar e polir. A forma ideal, é que cada operação deverá ser separadas da outras com divisórias ou ambientes, para não haver propagação dos fragmentos, cavacos e poeira.

O equipamento deve ser instalado de modo a permitir fácil acesso de todos os lados, facilitando a limpeza e remoção dos fragmentos do material trabalhado. Sempre que possível, deverá ser instalado em cada máquina um equipamento adequado para a aspiração do pó.

Os **principais equipamentos/ferramentas** e dispositivos utilizados para trabalhos com chapas de acrílico são:

- Serras circulares (para cortes retos) e serras de fita (para cortes curvos)
- Furadeira de bancada e furadeira manual
- Tupia, Fresadora e Torno
- Lixadeira e Desempenadeira
- Politriz
- Pantógrafo
- Máquina de Corte e Gravação a Laser
- Fresa CNC – “Router”
- Dobradeira
- Forno ou estufa
- Morsa e Grampos tipo sargento

USINAGEM

Chapas acrílicas são fáceis de usinar, graças às suas propriedades uniformes e à ausência de orientação molecular. Em raros casos, poderá ocorrer ligeira orientação nas chapas moldadas, exigindo cuidados especiais. A maioria dos artigos pode ser usinada em equipamento convencional para madeira ou metais, ou ainda ferramentas manuais. Para cortar, use ferramentas semelhantes às de latão ou alumínio - ou, para maior produção, serra circular com dentes de carvão de tungstênio. Lembre-se de que o acrílico tem baixo ponto de amolecimento (80 - 100°C) e a serra pode fazer os cavacos amolecerem, aderindo à peça que está sendo usinada.

Portanto, fique atento a estas precauções:

- Para segurança dos operadores, mantenha o equipamento em boas condições de limpeza e protegido. Se possível, use aspiradores de detritos.
- As ferramentas devem estar bem afiadas, dando-se atenção especial aos ângulos de incidência e saída.
- As chapas devem ser firmemente apoiadas nos gabaritos de posicionamento para evitar trepidações. Use dispositivos comuns de fixação, como grampos, mas não use pressões excessivas para não causar fissuras.
- O resfriamento das peças é essencial em usinagem a tolerâncias precisas e em aplicações que exijam melhor acabamento superficial. Use água, óleo solúvel ou parafina, adequados ao trabalho de baixa velocidade

CORTES

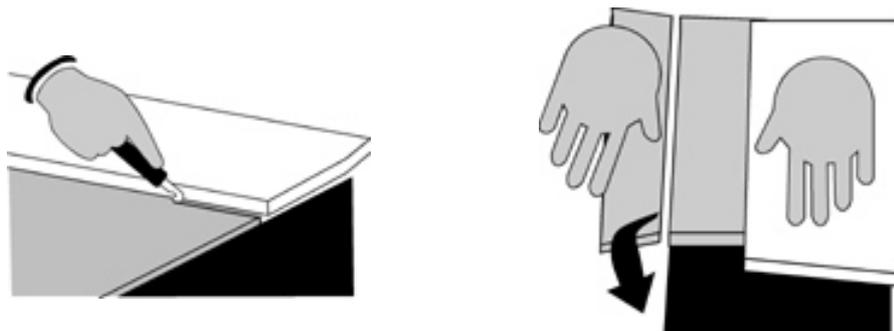
Até mesmo na hora de cortar, o acrílico apresenta vantagens e facilidades. Conheça os métodos mais simples de executar esta tarefa:

As chapas acrílicas podem ser cortadas por risco e quebra, serras, corte com pressão de água e corte a laser.

Riscagem

Maneira fácil e econômica de cortar chapas finas (até 2 mm de espessura), a riscagem é executada com um riscador (ponta seca afiada, de aço), tomando-se o cuidado de fixar adequadamente a chapa e manter a pressão do riscador homogênea. Depois, é só quebrar o material ao longo da linha traçada.

Este método não é aconselhável para chapas grossas ou para cortes extensos. Deve-se aplicar uma pressão homogênea, apoio ao longo da linha de corte.



Cortes com serras

Fáceis de serem trabalhadas, as chapas de acrílico, no entanto, requerem dos profissionais que pretendem manuseá-las alguns conhecimentos básicos para que a tarefa de corte seja finalizada com o melhor aproveitamento. Quando se pretende realizar cortes nas chapas, o acrílico deve manter sua película protetora. Elas protegem o produto de riscos e ajudam a resfriar o material.

Mesmo considerando que é possível realizar cortes por riscagem nas chapas com espessura até 3 milímetros, deve-se prevenir que este não é um procedimento muito usual, por tratar-se de uma opção com alta probabilidade de quebra de partes não previstas no traço inicial, além de riscos para a segurança pelo emprego de estiletes ou outros materiais cortantes e perigosos. As técnicas mais comumente utilizadas para corte de chapas são as serras de fita e as serras circulares. As serras circulares são as preferidas para se fazer cortes retos e as serras de fita mais apropriadas para cortes em linhas curvas. Em ambos os casos o equipamento correto pode ser adquirido em estabelecimentos que comercializem artigos do gênero, com motores com potência de 3/4 CV (ou HP), embora para chapas com espessura superiores a 100 milímetros seja necessário um motor de 5 CV.

Caso o profissional esteja lidando com chapas extrusadas, ele deverá apenas reduzir em cerca de 20% a rotação da máquina de corte para obter a mesma qualidade no trabalho. O aproveitamento máximo de peças por chapa, sem desperdício de material, deverá ocorrer de acordo com o melhor posicionamento dos desenhos das peças a serem cortadas. O uso de equipamentos de corte, com serras circulares ou de fita, merece extrema atenção do profissional, e para prevenção de possíveis acidentes, use sempre óculos de segurança, protetor auricular e luvas para proteção contra aparas localizadas nas bordas das chapas já cortadas. Mantenha as mãos longe das serras, e não tente retirar algum cavaco emperrado próximo da serra. Pare a máquina e faça a limpeza. Lembre-se que alguém o espera inteiro em casa.

Serras Circulares

Essas serras são as mesmas que cortam madeira ou alumínio, havendo então a necessidade de uma afiação especial dos dentes da serra, de maneira a torná-la mais sensível e apropriada ao corte de chapas acrílicas.

As serras circulares devem ter lâminas rebaixadas ou possuir uma leve angulação para ajudar a eliminação da serragem, visando impedir agarramento e evitar superaquecimento. A lâmina deve correr com exatidão e as serras fixas deverão ser presas lateralmente na máquina, após o ajuste e a afiação, para garantir que todos os dentes estejam em alinhamento correto.

Para trabalhos simples, são usadas lâminas de serra de aço rápido, afiadas mecanicamente. O número de dentes por centímetro dependerá da espessura da chapa a ser cortada, variando de 3 a 4 dentes / cm, para chapa de 3,0 a 12 mm; e de 1 a 2 dentes por cm para chapas com espessura acima de 12 mm. A velocidade periférica deverá ser da ordem de 3000 m/min ou pouco mais. Uma lamina de 25 cm (10 polegadas) de diâmetro deverá girar a cerca de 4000 r.p.m. Deve-se dispor de energia suficiente no motor para garantir que não haja redução de velocidade durante o corte. Por exemplo, com um disco de serra de 25 cm de diâmetro, deverá ser usado um motor de pelo menos 2 KW (3 HP).

Para produções em grande escala, há uma serie de vantagens no uso de ferramentas com pastilhas de carboneto de tungstênio para cortar chapas e blocos de acrílico. Este tipo de lamina confere um acabamento superior nas bordas das chapas, além de maior velocidade de operação, ao contrario do que ocorre com uma serra de aço rápido.

Quando ocorre um lascamento da borda de uma chapa ao se empregar uma lamina de serra com dentes de carboneto de tungstênio, geralmente trata-se de uma indicação da necessidade de re-afiação. Essas lâminas são caras, porém, sua vida útil é longa e a redução do período de manutenção justifica o custo inicial mais elevado. Para uso geral, recomenda-se uma serra com 15 cm de diâmetro (6 polegadas), tendo um dente por cm e dando uma largura de corte de aproximadamente 2 mm.

A alimentação deverá ser ajustada de tal modo que o lascamento não ocorra na borda (quanto mais rápida a alimentação, maior será a possibilidade de lascamento). A altura da lamina deve ser regulada para que seja pouco superior à espessura da chapa cortada. Geralmente, não é necessário o resfriamento, mas é de grande vantagem soprar ar comprimido no ponto de corte a fim de esfriar a lâmina, eliminar os fragmentos e cavacos de material acrílico e impedir a colagem do material nos dentes da serra.

Os pigmentos empregados para dar cor às chapas provocarão maior desgaste nas serras, perdendo o corte mais rapidamente do que com material transparente. Também nesses casos, as serras com dentes de carbeto de tungstênio terão maior durabilidade.

Serra circular



Serra de fita



Serras de Fita

Do mesmo tipo que a usadas para metais leves e marcenaria, as serras de fita devem apresentar tamanho original de 2,77 metros quando abertas, assim como devem atingir velocidade tangencial de cerca de 3.000 metros / minuto.

Para chapas de espessuras de 3,0 a 12 mm, recomenda-se lâminas que tenham 4 a 5 dentes / cm. Para chapas mais finas, de 6 a 8 dentes / cm e para chapas mais grossas ou blocos, 1 ½ a 2 dentes / cm.

Para qualquer espessura de material, as guias devem ser mantidas próximas da serra a fim de reduzir a tendência à torção da lâmina. Isto garante o corte reto e vida mais longa para a lâmina. O ar comprimido deve ser dirigido para o ponto de contato, a fim de esfriar a chapa de acrílico e a lâmina, assim como limpar os fragmentos do acrílico.

Serras Portáteis

As serras portáteis são usadas para cortar formas pequenas ou complicadas, utilizando-se lâminas de 5 a 6 dentes por cm. As serras podem ser seguras com as mãos ou montadas sob a parte inferior de uma mesa, estando a chapa firmemente presa. O corte deverá ser iniciado num orifício feito com uma broca, ligeiramente maior que a largura da lâmina e a lâmina deverá estar parada antes de ser removida da incisão feita pela serra.

As serras tipo “tico-tico” de bancada são adequadas para cortar letras ou outras formas detalhadas.

Furadeiras Elétrica ou de Bancada

É uma ferramenta que possui brocas, e são as mesmas utilizadas para furar madeira ou metais macios. Deve-se utilizar brocas helicoidais normais para furação das chapas acrílicas, porém, o uso de brocas de espiral espaçada, com sulcos largos e polidos darão um melhor rendimento.

É importante salientar que durante os processos de usinagem e furação deve-se reduzir o calor produzido na operação, tanto nos cortes grosseiros, como nos cortes mais delicados, objetivando-se obter um artigo perfeito e livre de tensões. Quanto mais livre de tensões o objeto estiver, menor será a tendência de ocorrer fissuras posteriores.

É aconselhável, ao se furar uma chapa, alimentá-la manualmente, a fim de que os cavacos possam ser removidos freqüentemente, impedindo-os de aderirem à chapa. A broca deve girar com exatidão e apoio total no lado inferior da chapa, recomendando-se fixá-la à mesa ou prendê-la em gabaritos adequados.

A velocidade da broca dependerá de seu diâmetro, do tipo de acabamento e precisão requeridos e das condições sob as quais o material será perfurado. As velocidades de furação aproximadas são as seguintes:

- 1,5 mm (1/16 pol.) diâmetro - 7.000 r.p.m.
- 6,0 mm (1/4 pol.) diâmetro - 1.800 r.p.m.
- 12,0 mm (1/2 pol.) diâmetro - 900 r.p.m.

Obs.: as relações entre diâmetro da rosca e rotação visam proporcionar a mesma velocidade periférica para cada caso.

As brocas devem estar sempre bem afiadas, com inclinação zero e um ângulo de 130° entre o gume e a broca cortante.

Torno

As chapas acrílicas podem ser usinadas em tornos para madeira ou para metais. A refrigeração deve ser de particular importância no torneamento desse material com tolerâncias precisas e com tendência ao agrupamento dos cavacos.

A afiação e acabamento corretos da ferramenta do torno são vitais para a obtenção de um trabalho perfeito. A ferramenta deverá ser afiada com um ângulo de incidência de zero, e de saída de 15 a 20 °, e é importante que a ponta da ferramenta seja afiada para obtenção um fio agudo, finamente acabado. Ferramentas de aço rápido são preferíveis a ferramentas com pastilhas de carboneto de tungstênio, visto que a fina granulação das primeiras permite que o fio aguçado requerido seja produzido em rebolos e pedras de afiar comuns.

A velocidade do corte no torneamento de chapas acrílicas não é crítica, entretanto o operador deve estar ciente da necessidade de constante resfriamento.

Para o desbaste, velocidades de corte de 90 a 150 m/min são comuns, contudo, velocidades de até 300 m/min são possíveis de conseguir se for usado o resfriamento com liquido de pressão. Velocidades de corte mais baixas, de 15 a 30 m/min são usadas para a produção de um acabamento superficial fino.

O acabamento também depende da habilidade do operador em preparar a ferramenta de corte e das condições do torno, que não deverá apresentar vibrações.

Fresamento

Métodos convencionais de fresamento para metais leves podem ser utilizados para chapas acrílicas, porém, para melhores resultados, são essenciais meios adequados de fixar a peça. Dispositivos a vácuo são necessários para essa operação ou o emprego de fitas adesivas dupla-face.

São necessárias ferramentas de passe largo, com ângulo de ataque nulo e saída livre de aparas. É muito importante limpar os cavacos e a ferramenta com farta quantidade de óleo solúvel, spray refrigerante ou ar.

Para se usinar áreas relativamente grandes, obtém-se melhores resultados com cortadores de ferramenta única ou de multi ferramentas, feitas de aço rápido. As fresas convencionais para metais não são recomendadas, porque costumam ter sulcos rasos onde os cavacos tendem a se acumular, preferindo-se, portanto, as ferramentas usadas para madeira. Às vezes usam-se serras e, neste caso é essencial remover os cavacos entre os dentes, empregando-se jato de ar comprimido.

Tupia

Tupia é uma ferramenta que possui fresa e também é utilizada para usinar chapas ou blocos acrílicos. As tupias comuns, de alta velocidade para madeira, também são recomendadas para usinar chapas acrílicas, empregando-se as mesmas velocidades usadas para madeira. Ferramentas de 12 mm de diâmetro ou menos, a rotação do eixo deve ser de cerca de 24.000 r.p.m.; enquanto que ferramentas de maior diâmetro, a rotação deverá ser em torno de 15.000 r.p.m. É comum usar ferramentas de uma faca ou de facas duplas, que devem ser afiadas com um ângulo de saída de cerca de 12° ou mais. Com cortadores de faca dupla é necessário rebaixar-se o centro para impedir que os cavacos se depositem sob a ferramenta. Sempre que possível, as pontas da ferramenta deverão ser afiadas com um pequeno raio, a fim de produzir um pequeno arredondamento nos cantos fundos da peça, para reforço adicional.

Para rasgos ou chanfros de até 12 mm de largura, usam-se ferramentas côncavas, de faca simples, com afiação excêntrica, montadas em mandril concêntrico. A abertura do rasgo é controlada para afiação excêntrica da faca.

Tanto a tupia superior como a portátil, são adequadas para usinagem de chapas acrílica.

A tupia de mesa ou bancada é mais adequada para usinagem de chapas acrílicas do que as portáteis. São necessárias altas velocidades periféricas de corte (1.500 m/min ou mais). A usinagem das chapas são geralmente feita a seco, não ocorrendo o problema da remoção dos cavacos, visto que a ferramenta os expulsa do ponto de contato com a peça. Usam-se geralmente, ferramentas de duas lâminas, preferíveis às lâminas múltiplas, devido à maior facilidade de ajustagem.

Rosqueamento

São utilizadas ferramentas como *machos*, *cossinetes* e *desandadores*, normalmente empregados para abrir roscas internas e externas. Onde houver a possibilidade de escolha, aconselha-se trabalhar com roscas grossas de passo largo. É comum atarraxar à mão e os machos devem ser movidos levemente para ajustar a saída dos cavacos. Há necessidade de se empregar lubrificante, tais como óleo solúvel de corte ou água. Em furos cegos, uma boa técnica é enchê-los com o lubrificante para que a leve pressão desenvolvida durante a operação ajude a limpar e movimentar a ferramenta.

A abertura de roscas em chapas acrílica não é aconselhada, quando houver montagens e desmontagens freqüentes ou quando as peças estiverem sujeitas a carga elevadas ou súbitas. Em tais condições aconselha-se o uso de insertos de buchas metálicas.

Gravação

As chapas acrílicas podem ser gravadas usando-se máquinas pantográficas comuns, como as que se usam para metais ou gravações em máquinas a laser. No caso das máquinas pantográficas o formato da ferramenta dependerá da seção de corte requerida, porém, como para as outras operações de corte, as ferramentas deverão ter ângulos de incidência nulos e possuir folgas livres para saída de cavaco, com ângulo de, 7° a 12°.

O emprego de refrigeração não é essencial, mas um jato de ar comprimido dirigido ao ponto de corte é importante para esfriar a ferramenta e remover as aparas.

Os rebaixos gravados podem ser preenchidos com ceras duras, massas de pintura, gesso colorido ou simplesmente com tintas comuns. No caso de tintas, aconselha-se a secagem numa pequena estufa com boa ventilação, de 50 a 60 °C, durante 3 horas no mínimo, logo que a pintura for terminada.

Gravação a laser é um processo onde converge-se energia para um ponto do material através de um feixe de alta intensidade de luz, modificando sua superfície de forma definitiva.

A tecnologia de gravação a laser caracteriza-se pela alta definição e velocidade de trabalho, não possui contato entre a ferramenta ou “canhão” e a chapa, além de conseguir excelente repetibilidade do processo de gravação.

Fixação

A chapa deve ser mantida firme e apoiada nos gabaritos de posicionamento a fim de evitar trepidações. Dispositivos comuns de fixação para prender materiais nas áreas de usinagem podem também ser empregados, como grampos, morsa ou dispositivos específicos de madeira. No entanto deve-se evitar pressões excessivas a fim de tornar mínimo o risco de fissuras por tensão.

Afiação

Todas as ferramentas devem ser mantidas bem afiadas, dando-se especial atenção aos ângulos de incidência. Ao afiar ferramentas, é preferível prendê-las a um dispositivo ou gabarito, ao invés de calcular visualmente os ângulos. Em geral, todas as ferramentas de corte e usinagem deverão ter um ângulo de incidência de zero ou ligeiramente negativa, visto que isto produz uma superfície mais lisa e uniforme do que os tipos mais tradicionais de ferramentas usadas para metais leves. Estes ângulos são os mais adequados para a saia ou eliminação de cavacos.

AUTOMAÇÃO NO PROCESSAMENTO DE CHAPAS

Atualmente existem métodos muito eficientes de corte utilizando-se equipamentos não convencionais, como os relacionados a seguir:

Sistema de Manufatura com Controle Numérico, para Gravação, Fresamento, Recortes e Modelagem (CNC - tipo "ROUTER")

Este equipamento é simples de operar, com uma boa relação de custo / benefício, possuindo também um controle eletrônico via computador. Auxilia na fabricação de peças para sinalização, modelação, prototipagem, ferramentaria leve, fabricação de móveis e objetos em geral.

Possui um software próprio, entretanto recebe arquivos somente com extensão EPS. Os trabalhos podem ser feitos em Software Corel Draw ou Auto Cad sempre convertidos em curvas ou vetorizado e salvos em EPS.

Este processo necessita de retrabalho de lixamento e polimento nas bordas para melhor apresentação das peças trabalhadas.



Sculptor 1011 / 1211

Corte a Laser

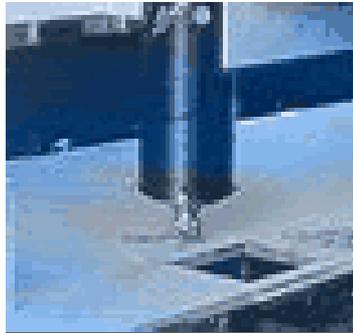
O corte a laser é uma técnica amplamente usada na indústria e tem como características principais:

- **Alta precisão no corte.**
- **Flexibilidade na manufatura.**
- **Alta capacidade de produção com conseqüente redução de custos.**
- **Possibilidades de cortes retos, curvos e complexos.**

Com um dispositivo laser é possível cortar, soldar, gravar e desbastar superfícies de até 30 mm de espessura, devido a concentração de energia em um só ponto e a geração de calor é limitada a uma zona restrita da chapa, evitando deformação por calor e alterações estruturais no material.

Pode-se obter cortes delicados com cantos precisos, o que é recomendado para peças de acrílico com formas complexas.

Corte a laser não gera rebarbas, pois as chapas não sofrem aquecimento por fricção. Neste tipo de corte, as bordas não necessitam da operação de lixamento, porém, para melhor acabamento final as bordas podem ser polidas.



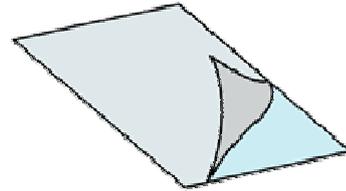
Canhão de raios laser

ACABAMENTOS

É essencial a operação de acabamento nas bordas das chapas de acrílico quando furada, serrada, gravada e usinada. Caso a superfície da chapas seja riscada durante a usinagem, pode-se restaurá-la com as operações de lixamento e polimento.

Embora o polimento possa restaurar razoavelmente bem a superfície das chapas acrílicas, o melhor será evitar essa operação.

Para isso o filme protetor da chapa deve ser mantido durante as operações de usinagem, impedindo que se arranhe a superfície original.



As operações de acabamento de chapas acrílicas seguem princípios idênticos aos usados com outros materiais. Marcas de usinagem ou riscos profundos na superfície devem ser primeiramente removidos com lixa de grana fina para em seguida se fazer o polimento.

As operações de acabamento devem ser escolhidas em função do tipo de trabalho a executar e da natureza do acabamento requerido. Nunca deve ser negligenciada as condições de limpeza do ambiente e do trabalho que se realiza. A obtenção de um acabamento de alta qualidade exige paciência e sensibilidade do operador. A cada estágio das operações a superfície das chapas acrílicas devem estar sempre limpas, removendo-se qualquer abrasivo aderente ou excesso das ceras polidoras.

Acabamentos Superficiais

Uma das principais propriedades do acrílico é sua superfície brilhante revelando excelente qualidade ótica e transparência. Porém, quando em contato com determinados produtos, como álcool ou tiner, as chapas podem formar fissuras internas ou “*crazing*”, devido à degradação das cadeias moleculares.

Outra grande vantagem do acrílico, que o diferencia de outros produtos, é a possibilidade de eliminar riscos da superfície com simples processos de lixamento e polimento. São processos baratos e efetivos e podem ser repetidos várias vezes, retomando-se a qualidade original da superfície.

São as seguintes as fase do acabamento:

- **Lixamento**
- **Raspagem**
- **Polimento**
- **Limpeza**



LIXAMENTO

Existem dois tipos de lixamento: **Manual e Mecânico**

Lixamento Manual

Para os acabamentos superficiais utilizam-se técnicas similares ao trabalho com madeira, envolvendo a lixa em uma peça com lados perfeitamente planos. Deve-se trabalhar com movimentos circulares, pressionando levemente a lixa contra a chapas, lubrificando-se com água e mudando a grana da lixa progressivamente, da mais grossa para a mais fina. Também é importante lavar a superfície após cada operação, verificando a área deteriorada anteriormente.

Lixamento Mecânico

Depois de cortadas, as bordas das chapas são lixadas com uso de um disco abrasivo de 25 cm de diâmetro e rotação de cerca de 3.000 r.p.m. Com discos de maior diâmetro a rotação deve ser da ordem de 1.500 r.p.m.

Alternativamente, pode ser usada uma correia lixadora, com uma velocidade de cerca de 350 m/min. Essas operações de lixamento são feitas a seco, exercendo pressão controlada, a fim de evitar superaquecimento do material. Lixadeiras vibratórias manuais também podem ser usadas com êxito para o lixamento de superfícies planas, bordas de chapas grossas ou ainda varias chapas agrupadas com as bordas formando uma única superfície. Neste caso as chapas devem ser presas com fitas adesivas ou grampos para mantê-las juntas e unidas, formando um só bloco, facilitando assim a operação.



Raspagem

Utiliza-se raspadores ou rasquetes de metal para as bordas que já estejam razoavelmente lisas devido a operações anteriores. A lâmina geralmente segue o contorno real da superfície e se as irregularidades forem grandes, poderá resultar uma superfície ondulada.

Plainas

Outra técnica apurada, visando tornar as bordas das chapas acrílicas mais perfeitas, é o uso de plainas com serras de desbaste de elevada precisão. Recorre-se, inclusive ao acabamento “diamantado” das serras para se conseguir perfeição na operação de lixamento das bordas.

POLIMENTO

Assim como no lixamento, também no polimento existem as opções **manual e mecânico**

Polimento Manual

Riscos leves e pequenos defeitos superficiais podem ser facilmente removidos com polimento manual.

Utilizando-se massa de polir grossa, em uma primeira etapa, e depois fina, similares a utilizadas para automóveis, e com panos macios e limpos, deve-se polir com movimentos circulares ao redor da área danificada, com firmeza e alternando de direção freqüentemente. Desta forma se poderá restaurar a superfície, retomando o brilho original da peça de acrílico.

Polimento Mecânico

Depois do alisamento da superfície por meio de lixamento ou raspagem, as chapas acrílicas devem ser polidas em politrizes mecânicas. A roda de tecido de algodão sanfonado ou “boneca”, geralmente com diâmetro entre 15 cm (6”) a 35 cm (14”), e rotação em torno de 1.400 r.p.m. Não se recomenda rotação mais alta, procurando impedir um superaquecimento da superfície, com conseqüente queima ou deformação da área atingida.

O polimento da chapa acrílica requer um bom equilíbrio entre a velocidade da politriz e a pressão aplicada, cabendo ao operador julgar a pressão que não causará superaquecimento, mas que simultaneamente dará um bom rendimento de trabalho. Na roda de tecido aplica-se massas especiais para polimento de acrílico.

O acabamento final é dado em outra politriz, isenta de massa, com a finalidade de lustrar a peça e remover o excesso de polidor da operação anterior.

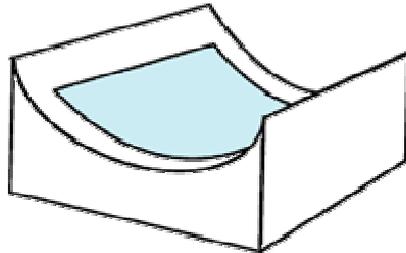


Polimento a Chama

Outra técnica utilizada para polimento de bordas usinadas, porém, recomenda-se testar o procedimento antes da operação. Esta técnica pode provocar fissuras posteriores às chapas, caso a distância da chama estiver muito próxima da borda, degradando as reações moleculares do acrílico.

MOLDAGEM

Chapas acrílicas são termoplásticos rígidos e quando aquecidas a temperaturas relativamente altas e há um tempo adequado podem adquirir diferentes formas, pois tornam-se maleáveis. Ao resfriarem recuperam sua rigidez e conservam o formato aplicado durante a moldagem. Podem ser reaquecidas e novamente modeladas no formato desejado.



Os custos de equipamentos e moldes são relativamente baixos, podendo-se conseguir formas bi ou tridimensionais, através de uma ampla variedade de processos.

As chapas acrílicas são aquecidas em fornos ou estufa, e quando suficientemente quentes são transferidas para o molde. O filme protetor das chapas devem ser removidos antes da moldagem.

A faixa de temperatura para moldagem das chapas fundidas ou "cast" deve ser entre 165 a 190°C, quando se torna maleável e pode ser moldada. A faixa de temperatura de moldagem para chapas acrílicas extrusadas deve ser entre 150 a 170°C. Temperaturas mais baixas provocam tensões internas nas chapas, gerando fissuras e rachaduras, enquanto que temperaturas mais altas do que as recomendadas produzem bolhas ou marcas dos moldes utilizados. Durante a moldagem, as peças devem ser mantidas nos moldes até que esfriem a cerca de 60° C ou menos.

Tempo de Moldagem para chapas acrílicas:

PROPRIEDADES TÉRMICAS E MOLDAGEM	VALORES
Temperatura de moldagem de chapas "cast"	165 a 190 °C
<i>Tempo de aquecimento em estufa de chapas "cast"</i>	<i>3 a 4 min / mm</i>
Temperatura de moldagem de chapas extrusadas	150 A 170 °C
<i>Tempo de aquecimento em estufa de chapas extrusadas</i>	<i>2,5 a 3 min / mm</i>
Temperatura de uso contínuo das chapas	- 40 a 80 °C
Condutividade térmica	0,18 W/m °C
Auto ignição	Acima de 490 °C
Flamabilidade (taxa de queima: mm / min)	25

Equipamentos para Moldagem e Processos

Dobradeira com Resistência

Trata-se de uma mesa de cerâmica com um canal transversal e resistência para aquecimento, com o objetivo de aquecer uma faixa estreita da chapa acrílica na localização desejada e utilizadas unicamente para dobragem em linha reta. É importante que a resistência produza um calor uniforme ao longo do comprimento. As chapas devem ser posicionadas além de 6 mm das resistências e caso a chapa supere espessura de 3 mm, é conveniente colocar resistências em ambos os lados.

Vários desses aquecedores podem ser usados, lado a lado, permitindo executar, simultaneamente, diversas dobras. A energia necessária é da ordem de 850 W /m.

Forno de Gás com Circulação Forçada de Ar

Proporciona calor uniforme e temperatura constante, praticamente sem riscos de sobre-aquecimento das chapas. Deve atingir pelo menos 170°. e seu tamanho é relativo à dimensão do trabalho requerido. Sua função é amolecer a chapa por aquecimento para obtenção de moldagem.

Moldes

As ferramentas usadas para moldagem de chapas acrílicas são simples e relativamente baratas, pois podem ser elaboradas de materiais como madeira, resina epóxi, gesso, alumínio, etc. Trata-se de materiais estáveis, rígidos e que conseguem suportar as pressões e temperaturas de moldagem sem deformação.

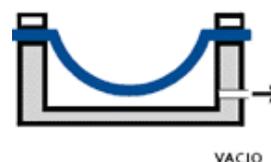
Tipos de moldagem para trabalho com acrílico:

Gravidade

É o método mais sensível, pois não requer equipamentos especiais para moldagem. Deve-se colocar a chapa de acrílico na temperatura de moldagem sobre o molde, e esta por seu próprio peso, adota o formato do molde. É aconselhável colocar pinças nas extremidades da placa acrílica, para evitar possíveis ondulações durante o resfriamento. É recomendado para produtos simples de duas dimensões.

Vácuo

O formato da peça será dada pela forma e tamanho do aro de sucção da chapa e pela pressão do ar exercido sobre a peça.



Sopro

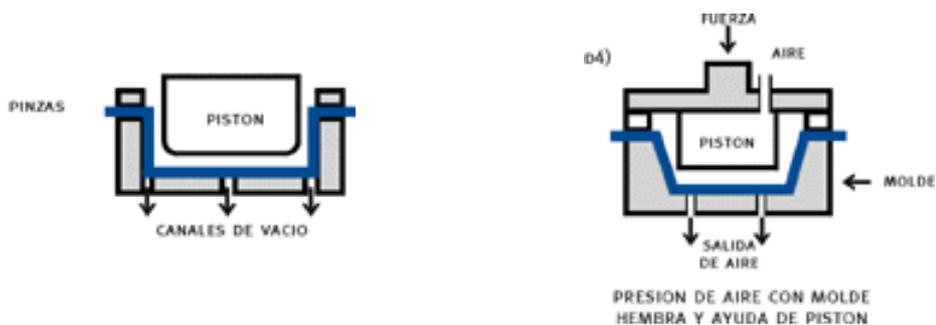
As chapas acrílicas aquecidas são submetidas à força do ar comprimido e seguras em pinças nas bordas, deformando até atingirem a bolha desejada. Trata-se de processo de poucos recursos, utilizado normalmente para cúpulas arredondadas de luminárias.

Moldagem Mecânica

As chapas de acrílico podem ser moldadas como se fossem de metal, com molde tipo macho e fêmea, para se obter peças de dimensões precisas e mínimas tolerâncias. É recomendado que o molde para este processo seja de metal:



Combinação de Métodos - Pressão e vácuo



COLAGEM

O acrílico pode ser colado a si próprio ou a outros materiais. As chapas acrílicas podem ser coladas entre si usando colas apropriadas, obtendo-se uniões fortes e transparentes. A duração, aparência e força da união dependem da eliminação de esforços internos, da preparação do material na forma adequada e da escolha da cola mais indicada. Há um tipo de cola apropriada para cada aplicação em particular. As técnicas de aplicação das colas são muito importante para obtenção de um bom resultado.

Cuidados e Segurança

Todas as colas contém solventes orgânicos e, portanto trata-se de produto tóxico. A cola para acrílico deve ser manuseada em local arejado (de preferência em capelas com exaustão de vapores), com uso de luvas, óculos e máscaras. Se for inalada, pode causar náuseas, tontura, e convulsões, afetando o sistema nervoso central e o sistema cardior-respiratório. Evite o contato com a pele e mantenha o frasco com o produto longe de crianças e pessoas não habilitadas.

Preparação da Superfície

Para boa aderência da cola, as superfícies do acrílico devem estar isentas de gordura ou de adesivos dos filmes de proteção. Deve-se efetuar uma limpeza usando éter ou aguarrás.

Se o corte feito com serra apresentar imperfeições, deve ser lixado até atingir esquadramento correto, eliminando-se os “serrilhados” e ondulações.

Nunca deve-se polir as superfícies a serem coladas, pois a cola não teria boa aderência e as áreas de contato seriam reduzidas pelo arredondamento das bordas.

Tipos de Colas

Existem basicamente dois tipos de colas:

- ***Colas a base de solvente***
- ***Colas acrílica com catalizador***

1 – Colas a Base de Solventes

A utilização correta da cola à base de solventes é uma das peculiaridades do setor. A cola à base de solventes, ou cola rápida, exige do aplicador alguns conhecimentos mínimos para oferecer maior rendimento. Com o objetivo de facilitar a compreensão de seus segredos, e assim evitar "bolhas" e o "embranquecimento" das peças após uma colagem mal realizada, é importante que o aplicador esteja atento para detalhes que se revelam fundamentais no processo de colagem.

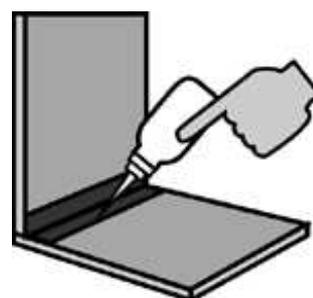
Em primeiro lugar, as superfícies a serem coladas devem estar absolutamente lisas, planas, limpas e desengorduradas, para que haja uma aderência perfeita entre elas, o que pode ser obtido com uma usinagem feita por torno, tupia, desempenadeira ou fresa. As partes que estarão em contato devem ser limpas com tecido umedecido em álcool, éter ou aguarrás. Recomenda-se, também, a retirada de pequenas sobras dos filmes de proteção que acompanham as chapas e podem ser um empecilho para uma boa colagem. As chapas não devem ser polidas antes da colagem.

Por apresentar secagem rápida, não é aconselhável para peças que ficarão expostas às intempéries ou para usos industriais, ou mesmo para peças que podem ser submetidas a esforços mecânicos.

Para realizar uma colagem com ângulo de 90 graus, utiliza-se a ajuda de fitas adesivas, grampos ou qualquer outro recurso para fixar o posicionamento das partes, e aplica-se a cola com o auxílio de uma seringa ou uma bisnaga, adaptadas ao bico aplicador.

Junta-se uma parte da peça contra a outra, firmemente com grampos ou pesos e aplica-se a cola solvente, com seringa hipodérmica e agulha ao longo do interstício deixado pelas superfícies a colar, permitindo que a cola penetre por capilaridade nas áreas determinadas, que em função da baixa viscosidade da cola fluirá em todas as arestas de contato.

Deve-se ter cuidados para evitar que a cola escorra pelas arestas onde não se deseje a união. Cola em demasia pode arruinar as zonas adjacentes e se for escassa as uniões ficarão frágeis.



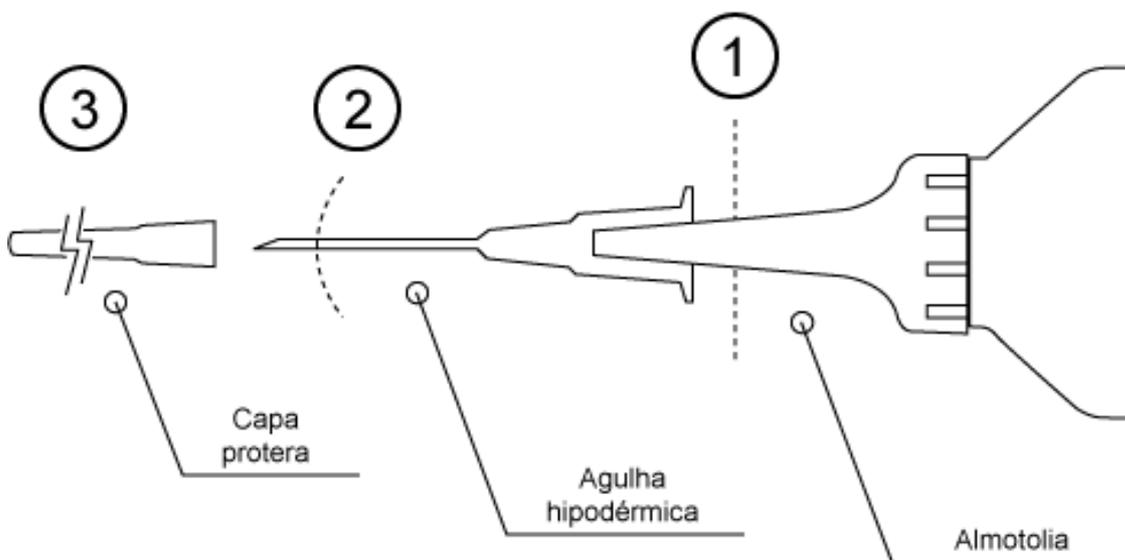
Também é possível realizar o mesmo processo derramando uma camada fina de cola em uma bandeja rasa de vidro ou alumínio e deixando a superfície a ser colada por 20 ou 30 segundos em contato com a cola no fundo da bandeja, antes de aplicá-la à superfície em que será colada definitivamente.

Deve-se aguardar uma hora antes de qualquer manuseio, e até doze horas antes das demais operações de acabamento.

Agem dissolvendo a superfície da chapa acrílica, permitindo a fusão das faces a serem coladas, seguida da evaporação do solvente. Possui secagem rápida, devendo ser aplicada por meio de seringa hipodérmica de plástico. Juntam-se previamente as partes a serem coladas, despejando-se a cola por meio da seringa na região da junta.

É recomendada para uma ampla gama de aplicações, de displays a sinalização de interiores.

USO CORRETO DA ALMOTOLIA (Bisnaga para aplicação das colas)



1. cortar o bico da almotolia de modo que a agulha se encaixe perfeitamente (justa).
 2. arredondar a ponta da agulha em esmeril ou com uma lima fina, isto fará a agulha deslizar melhor durante a aplicação da cola.
 3. usar sempre a capa protetora da agulha após o uso da cola, para impedir entupimento e, principalmente, para evitar acidentes.
- obs: para colas viscosas, trabalhar sem agulha.

2 – Cola acrílica com catalizador

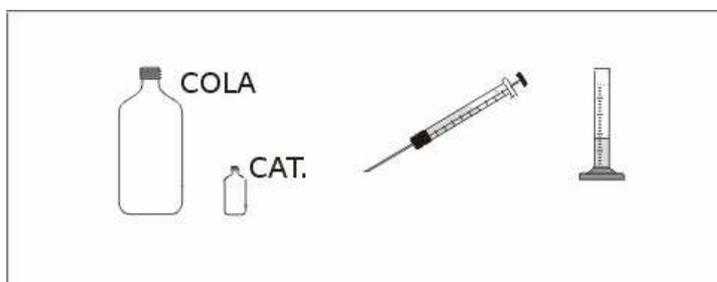
Produto de alta transparência e bastante cristalino, essa cola de alta viscosidade deve ser preparada com o auxílio de um componente catalisador. A cola acrílica com catalisador garante elevada resistência mecânica à junta colada, permitindo trabalhos resistentes à pressão e esforços mecânicos e oferecendo, ainda, grande resistência às intempéries. É a única cola que permite obter juntas quase invisíveis e com resistência próxima à do próprio acrílico.

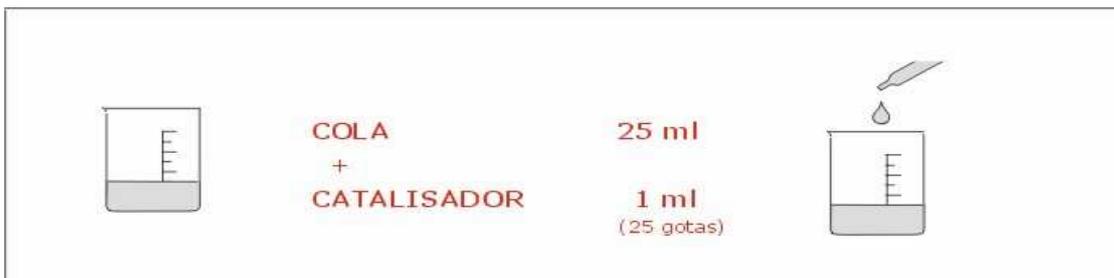
Para conseguir o efeito desejado, misture a cola com o catalisador na proporção de 25:1 (ex: 25 ml de cola para 1 ml de catalisador). Homogeneizar por 1 minuto em recipiente bem limpo, de vidro ou polietileno. Completada a mistura, espere até as bolhas subirem para a superfície da cola e transfira o produto sem bolhas para uma bsnaga flexível, ou seringa plástica. Após ser preparada, a cola deve ser utilizada em até 20 minutos, pois sua viscosidade aumenta progressivamente, dificultando a aplicação.

As superfícies a serem coladas devem estar limpas e desengorduradas. Proteja as áreas próximas à região a ser colada com fitas adesivas ou filmes plásticos. Aplique a cola em uma das partes e mantenha a peça posicionada em gabaritos. Mantenha o objeto pressionado por até 60 minutos, até o endurecimento da cola. A usinagem do material colado deve ser realizada apenas depois de um intervalo de 24 horas.

Cuidado com alguns materiais que amarelam a cola e retardam seu endurecimento como borrachas, madeiras, álcool ou a parte colante das fitas adesivas.

Não é necessário polir as partes a serem coladas. Não utilize a cola em temperatura ambiente inferior a 20° C, pois ela deve ser utilizada entre 20° C e 25° C (é possível aquecê-la em banho-maria). Caso a cola demore mais de 60 minutos para endurecer, descarte o catalisador, que deve ser conservado em ambiente refrigerado com até 10° C. Por ser inflamável, o produto deve ser mantido longe do fogo. Em caso de acidente, use pó químico seco para apagar. Armazene o produto longe de crianças e pessoas não-habilitadas. Procure trabalhar em ambientes refrigerados ou em capela com exaustão de vapores. Use máscaras, óculos e luvas na hora do manuseio.





3 – Colas para Chapas Extrusadas

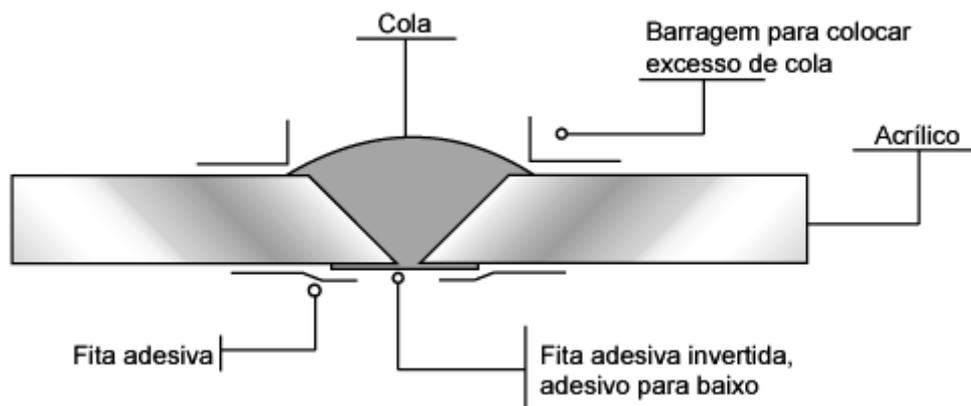
As colas usadas para chapas extrusadas são a base de solvente e também agem dissolvendo a superfície da chapa acrílica, permitindo a fusão das faces a serem coladas, seguida da evaporação do solvente. Possui secagem rápida, devendo ser aplicada por meio de seringa hipodérmica de plástico. Juntam-se previamente as partes a serem coladas, despejando-se a cola por meio da seringa na região da junta.

Colas – Onde Encontrar

As colas são encontrada no mercado especializado para materiais acrílicos, sobre diversas especificações de acordo com a utilização.

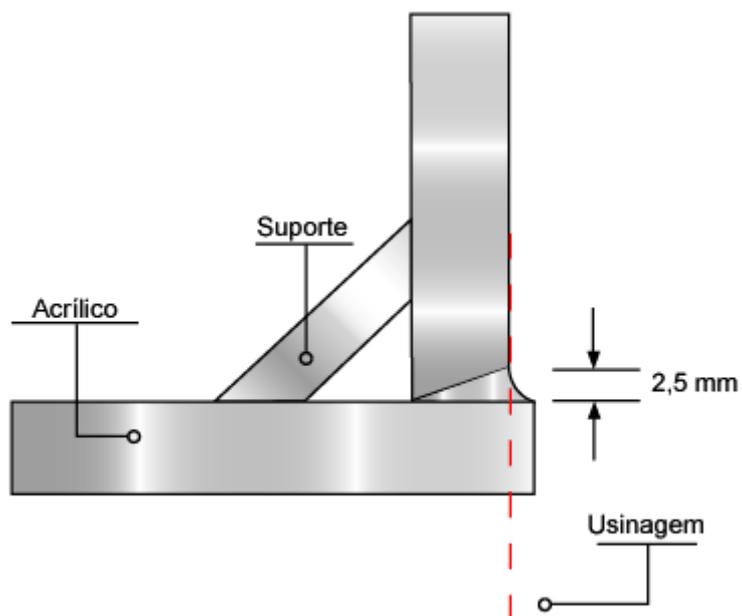
Tipos de Colagem

a. Colagem de topo:

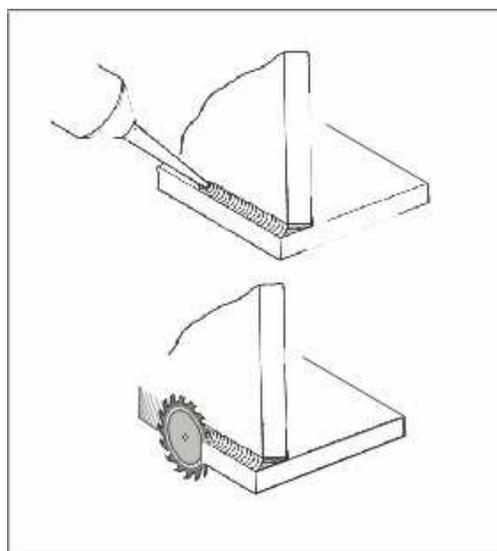


Dica: Na colagem de topo deve-se colocar uma fita adesiva mais larga com outra invertida mais estreita, para que a cola com catalisador não entre em contato com a cola do adesivo. Os materiais em contato reagem e com isso o material amarela e a cola com catalisador não consegue endurecer.

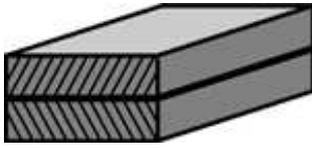
b. Colagem a 90°



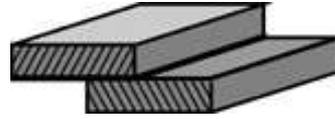
Após o endurecimento da cola, remover o excesso com ferramenta e dar o acabamento final.



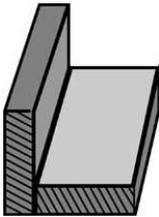
c. Tipos de Uniões



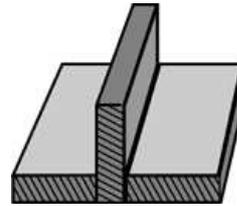
Face a Face



Sobreposta



A 90⁰



Perpendicular

A técnica de colagem face a face deve ser feita colocando a cola solvente sobre a superfície e deitar a segunda superfície lentamente, para não formar bolhas.

d. Outras Técnicas de Colagem

- Adesivos com aplicação em aerossol
- Adesivos em fitas de dupla face transparentes ou opacas
- Pistola de ar quente, ajustadas eletronicamente, quanto a temperatura e velocidade do fluxo de ar.
- Para trabalhos muito especiais utiliza-se método por ultra-som, com tempos de execução muito curtos.

DECORAÇÃO

Os artigos acrílicos podem ser pintados pelos métodos comuns de pintura a pincel ou por pulverização. As tintas não devem conter solventes que provoquem fissurações devido às tensões. As tintas a base de hidrocarbonetos alifáticos são preferidas para os materiais acrílicos. As tintas a base de celulose devem ser evitadas pelo inconveniente citado acima.

As chapas e as peças em acrílico podem ser decoradas de diversas maneiras:

Lapidadas

Jateadas

Pantografadas

Serigrafadas

Adesivadas

Espelhadas

A lapidação pode ser feita em ferramentas convencionais ou nos equipamentos laser ou CNC (Router ou Sculptor®).

O efeito de jateamento das chapas acrílicas podem ser conseguidos a partir da fundição do monômero (MMA) em moldes ou vidros com efeito jateado, transferindo-se a imagem para um ou para os dois lados das chapas.

Também se pode dar o efeito de jateada com os equipamentos laser ou CNC.

A técnica de serigrafia possibilita excelente resultados de decoração multicolor, com desenhos complexos, sendo recomendada para grandes quantidades. Na técnica de serigrafia utiliza-se matrizes gravadas em tecidos sintéticos.

A pintura, normalmente empregando-se tinta vinílica, é aplicada com um rodo e para cada cor desejada utiliza-se uma matriz. As chapas acrílicas pintadas modificam o aspecto do acrílico, tornando-o muito mais atrativo e diversificando ainda mais suas opções de utilização.

Qualquer gravação ou impressão em silk-screen, pode ser efetuada antes da moldagem, não sendo necessário o uso de tintas especiais resistentes.

A técnica de Metalização por alto-vácuo é empregada para espelhar chapas acrílicas cristais e coloridas transparentes, apresentando diversas vantagens em relação aos espelhos convencionais, tais como maior resistência ao aparecimento de manchas, maior resistência a quebra e menor peso. Além disso, devido à sua segurança e flexibilidade, o espelho de acrílico pode ser utilizado nos mais diversos segmentos, possibilitando inúmeras aplicações, como retrovisores, brinquedos, displays promocionais, painéis e outras.

Como conservar as peças acrílicas

Por ser um material belo e delicado, o acrílico exige alguns cuidados que garantem o brilho e a vida útil das peças. Relacionamos abaixo algumas dicas de como conservar o material, restaurar o seu brilho e eliminar riscos.

É importante ressaltar que em hipótese alguma se deve utilizar na limpeza esponjas ásperas, muito menos de aço.

É comum as pessoas passarem nas peças um pano já utilizado em outros objetos, porém, isto deve ser evitado porque a poeira agarrada no tecido também risca o acrílico.

Algumas pessoas tratam o acrílico como se fosse um plástico normal, mas ele é como um cristal e exige certos cuidados que garantam sua beleza.

Para conservar:

- Deve-se evitar substâncias abrasivas como solventes (tiner ou álcool) e sapólio;
- Utilizar um espanador de pó e, em seguida, um pano umedecido ou lavar as peças com água e sabão ou detergente neutro.

Para restaurar o brilho ou eliminar pequenos riscos no objeto:

Usar ceras finas para carros ou para móveis com flanelas ou discos de tecidos adaptados a furadeiras. Esses produtos também conseguem retirar com muito mais facilidade sujeiras, como a graxa e outras substâncias oleosas.

Para eliminar riscos mais profundos:

Procurar uma empresa especializada, fabricante de peças acrílicas, que possua os recursos necessários para a realização do polimento industrial.

O primeiro passo é utilizar no local uma lixa fina (nº 180), conhecida como “lixa d’água”. Em seguida usa-se uma politriz de alta rotação com discos de pano que restauram a transparência do acrílico. O acabamento final é realizado em outra politriz com discos de flanela, que por ser um tecido menos rugoso, dá brilho a peça. Em ambos os casos, uma massa para polimento é aplicada nos discos para ajudar na recuperação das chapas.

