

# MANUAL DE ORIENTAÇÃO TÉCNICA

 **Acrigel<sup>®</sup>**<sub>XT</sub>

 **Acrigel<sup>®</sup>**<sub>CT</sub>

---

---

## ÍNDICE

<b>1. A EMPRESA</b> .....	<b>4</b>
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. COMPARAÇÃO ENTRE CHAPAS CASTE EXTRUDADAS</b> .....	<b>5</b>
3.1. O material certo para cada aplicação .....	5
3.2. Exposição a luz solar e ambientes externos .....	6
3.3. Propriedades das chapas XT e CT.....	6
3.3.1. Propriedades mecânicas, térmicas e físicas .....	6
3.3.2. Isolamento acústico .....	7
<b>4. OPERAÇÕES DE OFICINA NAS CHAPAS</b> .....	<b>7</b>
4.1. Resfriamento durante a usinagem .....	7
4.2. Corte .....	8
4.2.1. Corte Manual.....	8
4.2.2. Corte mecânico.....	9
4.2.2.1. Serras elétricas – Serras de fita.....	9
4.2.2.2. Serras elétricas – Circular de aço carbono .....	9
4.2.2.3. Serras elétricas – Circular de aço carbono rápido .....	10
4.2.3. Corte com laser .....	10
4.3. Guia para solução de problemas com cortes .....	11
4.4. Furos .....	11
4.5. Guia para solução de problemas em geral .....	14
4.6. Perfis e Detalhes .....	15
4.7. Acabamento (Polimento) .....	15
4.8. Guia de solução de problemas em processos de acabamento .....	16
<b>5. TIPOS DE MOLDAGENS</b> .....	<b>16</b>
5.1. Termoformagem / Termomoldagem .....	16
5.2. Moldes .....	19
5.3. Dobras .....	22
5.4. Guia para solução de problemas com dobras e termoformagem.....	22
<b>6. DISTORÇÃO ÓTICA</b> .....	<b>24</b>
<b>7. RECOZIMENTO – ALÍVIO DE TENSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>8. MONTAGEM</b> .....	<b>24</b>

---

---

<b>9. COLAS</b> .....	<b>25</b>
9.1. Colagem.....	25
9.1.1. Tipos de união.....	26
9.1.2. Métodos de colagem .....	26
9.1.2.1. Capilaridade.....	26
9.1.2.2. Imersão .....	27
9.1.2.3. Adesivo Polimerizável.....	27
9.2. Técnicas específicas.....	28
9.2.1. Pistola de ar quente para plástico .....	28
9.2.2. Ultra-som.....	28
9.3. Guia de solução de problemas com colagem.....	28
<b>10. DECORAÇÃO</b> .....	<b>29</b>
10.1. Guia de solução de problemas com pintura.....	29
<b>11. RESISTÊNCIA QUÍMICA</b> .....	<b>30</b>
<b>12. INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE E SEGURANÇA</b> .....	<b>31</b>

---

---

## 1. A EMPRESA

O Grupo Unigel é um conglomerado de empresas que atua no setor petroquímico e plástico há mais de quatro décadas. Está presente no mercado nacional e internacional em quatro áreas de negócios: especialidades químicas, plásticos, agro e embalagens.

A Unigel Plásticos, integrante do grupo Unigel, atua no setor de plástico e é responsável pela fabricação e comercialização dos produtos:

Durolon<sup>®</sup> – Resina de Policarbonato

Duroloy<sup>®</sup> – Blenda de PC/ABS

PCLight<sup>®</sup> Compacto – Chapa compacta de Policarbonato

PCLight<sup>®</sup> Corrugado – Chapa corrugada de Policarbonato

PCLight<sup>®</sup> Alveolar – Chapa alveolar de Policarbonato

PCLight<sup>®</sup> Filme – Filme de Policarbonato

Acrigel<sup>®</sup> PMMA – Resina Acrílica

Acrigel<sup>®</sup> CT – Chapa acrílica produzida pelo processo *Cell Cast*

Acrigel<sup>®</sup> XT – Chapa acrílica produzida pelo processo de extrusão

## 2. INTRODUÇÃO

O acrílico é um termoplástico transparente que oferece excelente balanço de propriedades, sendo uma vantajosa opção quando comparado a outros polímeros e ao vidro.

As chapas acrílicas Acrigel<sup>®</sup> CT e Acrigel<sup>®</sup> XT são produzidas a partir de monômero MMA (metil metacrilato) virgem e resina de PMMA, respectivamente. Ambas produzidas no mais alto padrão de pureza e qualidade.

Os processos utilizados pela Unigel Plásticos para a produção de chapas são: *Cell Cast* e Extrusão. No processo *Cell Cast*, o monômero MMA e aditivos são vertidos em um molde de vidro onde ocorre a polimerização mediante ação do calor. No processo de extrusão, a chapa é obtida através da extrusão da resina de PMMA por uma matriz plana. Neste processo, a espessura é definida por um conjunto de calandras que ficam após a matriz.

As chapas são oferecidas ao mercado em uma ampla gama de dimensões, espessuras, cores e padrões especiais. Assim, atendem às necessidades dos mais diversos segmentos de mercado, tais como sinalização, luminosos, arquitetura, decoração de interiores, mobiliário, urbanismo, portas, janelas, espelhos, utilidades domésticas, clarabóias, cúpulas, coberturas, barreiras acústicas, lavatórios, banheiras, indústria automotiva, médico-hospitalar, peças técnicas e de uso geral.

Este manual de orientação técnica para a chapa *cast* e extrudada visa fornecer informações de apoio ao processamento e manipulação das chapas, bem como esclarecer algumas diferenças entre cada tipo.

### 3. COMPARAÇÃO ENTRE CHAPAS *CAST* E EXTRUDADAS

As chapas acrílicas *cast* e extrudadas apresentam algumas diferenças em suas propriedades que podem ser observadas na Tabela 1:

Tabela 1. Diferenças entre chapas Acrigel® XT e Acrigel® CT

	Acrigel® XT	Acrigel® CT	Observações
Peso Molecular	150.000	2.300.000	Maior resistência mecânica da CT devido ao maior peso molecular.
Orientação Molecular	Presente (no sentido da extrusão)	Ausente	Encolhimento no sentido da extrusão é decorrente da orientação molecular da chapa XT.
Temperatura máxima na moldagem	190°C	210°C	
Espessuras disponíveis	2 – 20 mm	2,4 a 20 mm	
Variação de espessura	±10% (espessura < 2,5mm) ±5% (espessura de 3 a 12 mm)	±0,4 + 10% da espessura	
Cores	Cristal, Branco Novas cores → verificar com área comercial.	Cores transparentes, Cores translúcidas, Cores opacas	
Acabamentos	Polido	Polido, Texturizado em 1 ou 2 faces	

#### 3.1. O material certo para cada aplicação

A chapa extrudada é uma excelente opção à *cast* em custo/benefício. Possui menor variação de espessura e menor viscosidade (estira e reproduz as formas do molde mais facilmente na termoformagem de peças delicadas). Entretanto, a resistência química, térmica e ao impacto é um pouco mais limitada comparada a chapa *cast*. Como a memória do polímero fundido da chapa extrudada é menor, há também uma limitação de reuso da chapa após ser termoformada sem sucesso.

Na Tabela 2 pode ser observada a vantagem entre as chapas *cast* e extrudada.

Tabela 2. Vantagem de cada tipo de chapa.

	<b>Acrigel® XT</b>	<b>Acrigel® CT</b>
Uniformidade de espessura	Maior	Menor
Transparência	Idêntica	Idêntica
Tempo de ciclo de moldagem	Menor	Maior
Resistência Mecânica	Menor	Maior
Resistência Química	Menor	Maior

### 3.2. Exposição a luz solar e ambientes externos

A resistência da chapa extrudada à exposição de raios ultravioleta após 10 anos é similar à da chapa *cast* para formulações similares. Ambas possuem resistência superior aos demais polímeros, inclusive ao policarbonato. Isso também pode ser observado através da sua transmitância luminosa, que para o PMMA após 10 anos é de cerca de 90% (sendo 92% a inicial).

### 3.3. Propriedades das chapas XT e CT

#### 3.3.1. Propriedades mecânicas, térmicas e físicas

As chapas acrílicas da Unigel Plásticos atendem as normas NBR ISO 7823-1 (no caso de chapa *cast*) e NBR ISO 7823-2 (no caso de chapa extrudada).

A Tabela 3 apresenta as propriedades mecânicas, térmicas e físicas das chapas acrílicas.

Tabela 3. Propriedades mecânicas, térmicas e físicas das chapas acrílicas.

<b>Propriedade</b>	<b>Unid.</b>	<b>Norma</b>	<b>Chapa <i>Cast</i></b>	<b>Chapa Extrudada</b>
Resistência à tração	MPa	ISO 527-2/1B/5	min. 70	min. 60
Deformação	%	ISO 527-2/1B/5	min. 4	min. 2
Módulo de elasticidade	MPa	ISO 527-2/1B/1	min. 3.000	min. 2.900
Resistência ao impacto charpy sem entalhe	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179-1/1fU	min. 13	min. 8
Temperatura de amolecimento Vicat	°C	ISO 306	min. 105	min. 88
Transmitância total luminosa	%	ISO 13468-1	min. 90	min. 90

### 3.3.2. Isolamento acústico

É possível observar na Figura 1 o índice de redução de ruído certificado pelo instituto *Fraunhofer Institut Bauphysik* de acordo com a norma DIN EN 20 140-3 para chapas XT de 15 e 20 mm de espessura.

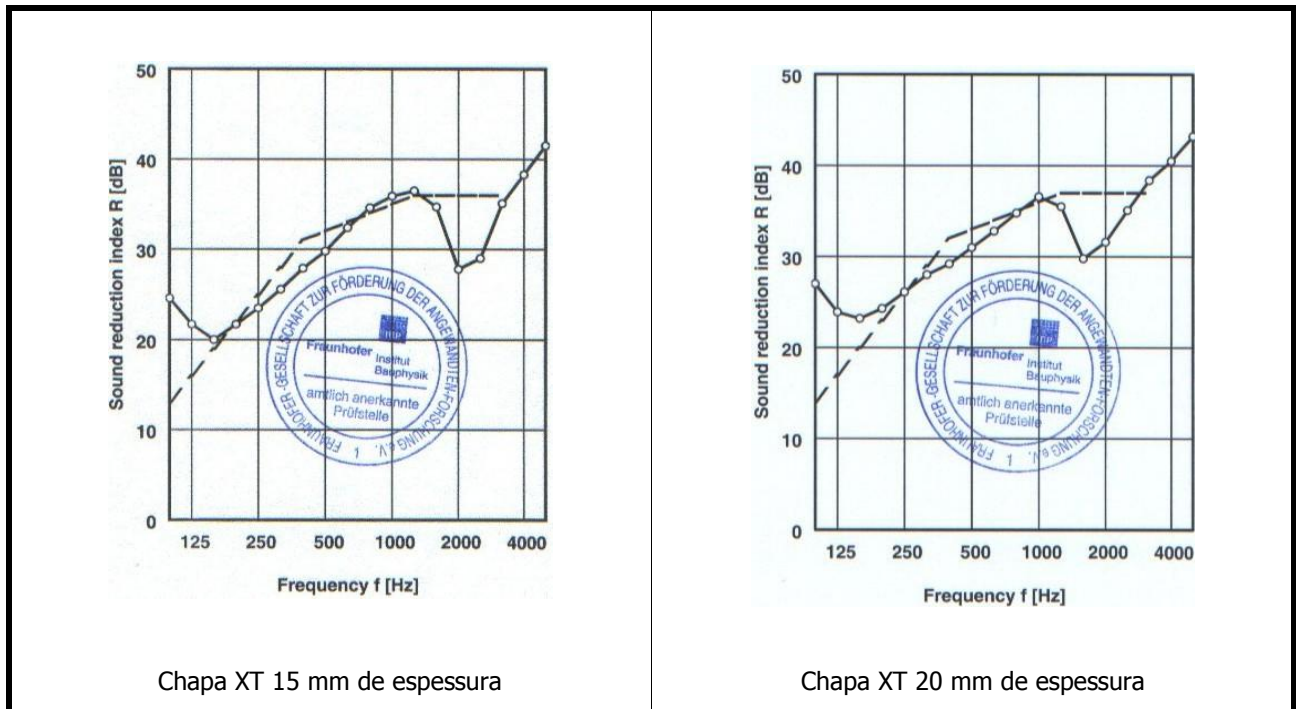


Figura 1. Gráficos de medidas de índice de redução de ruído em função da frequência (linha sólida) e a curva de referência correspondente (linha pontilhada) para as chapas XT de 15 e 20 mm de espessura.

## 4. OPERAÇÕES DE OFICINA NAS CHAPAS

As chapas acrílicas podem ser trabalhadas com ferramentas comuns para madeira ou máquinas usadas em mecânica (corte, fresa, torno, furadeira, etc.).

### 4.1. Resfriamento durante a usinagem

O resfriamento brusco da peça após o aquecimento gerado durante o processo poderá causar tensões internas nas chapas, fazendo-se necessário o distensionamento da peça em estufa de ar circulante. Essas tensões se não tratadas poderão causar *crazing* (microfissuras) especialmente quando a peça entra em contato posterior com solventes presentes em colas e tintas ou mesmo com outras substâncias químicas tipo desinfetante, etc. Nesse sentido, o aquecimento demasiado na usinagem (mais crítico para a chapa extrudada) poderá ser evitado através de ferramenta devidamente afiada, boa eliminação das partículas ou

aspersão de água contendo cerca de 3% de óleo solúvel (podendo também se direcionar ar comprimido ou mesmo micronização de água junto ao corte). Veja a Figura 2.

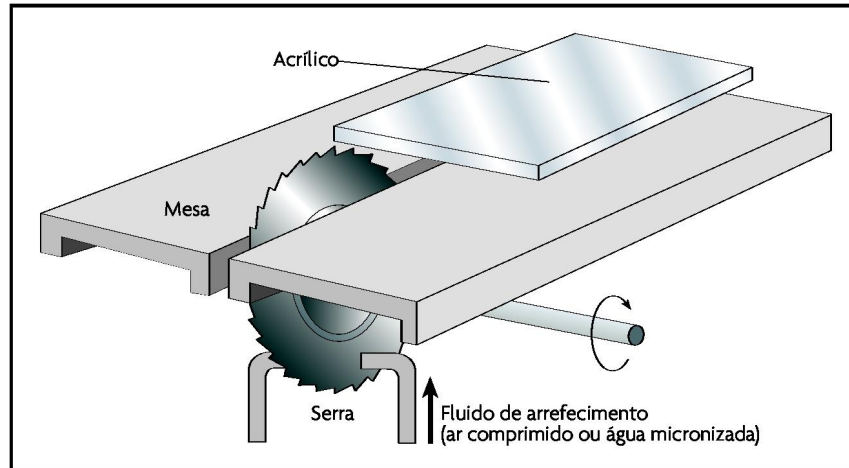


Figura 2. Ferramenta de corte com resfriamento.

## 4.2. Corte

Corte manual, laser, *router* e as serras circulares (corte retilíneo) são comumente utilizadas. Serras elétricas de fita e/ou fresas são usadas para cortes em curvas (raios). Podem ser utilizadas velocidades lineares entre 15 e 25 m/s.

### 4.2.1. Corte Manual

É uma técnica simples para cortar uma borda em linha reta numa chapa acrílica. Para pequenos trabalhos com chapas de espessuras inferiores ou iguais a 3 mm, as chapas XT e CT podem ser cortadas com uma ferramenta denominada riscador. Para isto, é necessário fazer um risco retilíneo na chapa conforme Figura 3. Vários traços poderão ser necessários para garantir uma marca suficientemente profunda e garantir uma quebra uniforme na região traçada. Certifique-se que o entalhe se estenda até as bordas da chapa. Para separar as partes riscadas, exercer uma pressão em ambos os lados do risco conforme Figura 4.



Figura 3. Demonstração do risco na chapa.



Figura 4. Separação da parte riscada.



## 4.2.2. Corte mecânico

### 4.2.2.1. Serras elétricas – Serras de fita

Este tipo de serra permite realizar cortes de curvas e raios e também para cortes de blocos de espessuras maiores. Porém, seu corte deixa a superfície bastante imperfeita, o que torna de extrema importância o trabalho do acabamento para um posterior polimento.

Esta serra é usada para cortar as peças antes da moldagem ou para cortar as peças moldadas antes do acabamento.

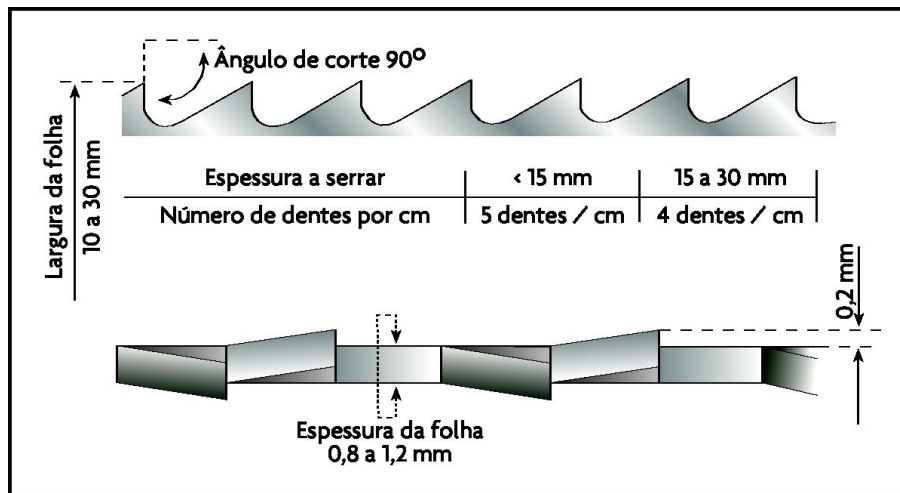


Figura 5. Ilustração de serra de fita.

### 4.2.2.2. Serras elétricas – Circular de aço carbono

Este tipo de serra (Figura 6) não necessita de uma constante afiação, porém, a qualidade do corte é inferior aquela obtida com discos de aço rápido.

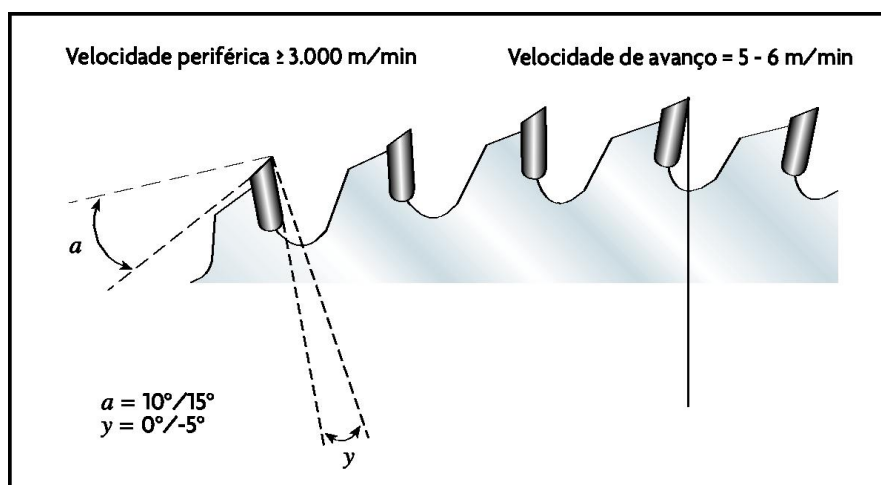


Figura 6. Ilustração de serra circular de aço carbono.

#### 4.2.2.3. Serras elétricas – Circular de aço carbono rápido

As serras elétricas circular de aço rápido com dentes alternados sem travamento (espaçamento de 2 a 5 dentes/cm para resultados otimizados) e arrefecidas com ar ou água e óleo solúvel resultam em cortes retos e precisos, mas o corte necessita de polimento. Recomenda-se a configuração contemplando mesa móvel e motor fixo e rotação conforme Tabela 4.

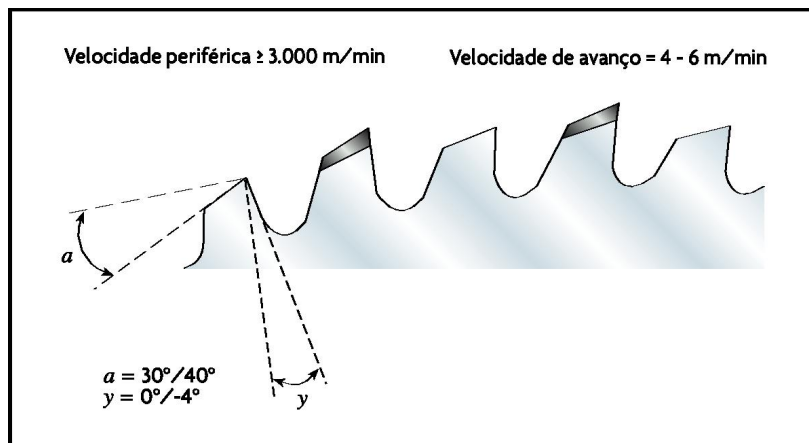


Figura 7. Ilustração de serra circular de aço carbono rápido com dentes alternados.

Tabela 4. Regime de rotação calculado em função do diâmetro do disco.

DIÂMETRO DO DISCO (mm)	VELOCIDADE (r.p.m.)
150	6400
200	4800
250	3800
300	3200
350	2800
400	2400

#### 4.2.3. Corte com laser

Este procedimento tem numerosas vantagens:

- permite produzir a maioria das formas com excelente precisão;
- rapidez e máximo aproveitamento de material;
- fornece bordas com bom acabamento, que necessita de pouco ou nenhum polimento.

No entanto, o corte a laser, pode induzir tensões nas chapas, a depender da velocidade do corte e potência utilizada, podendo ser necessário o distensionamento da peça na estufa de ar circulante, se a mesma vier a ter contato com colas, solventes, tintas e produtos químicos em geral.

### 4.3. Guia para solução de problemas com cortes

Tabela 5. Guia para solução de problemas com cortes.

Problema	Possível causa	Sugestão para solução
Peça fora do esquadro	Guia desalinhada Serra desalinhada	Alinhar a guia com o disco
Superaquecimento (peça e motor)	Velocidade de corte muito alta Material muito espesso	Diminuir a velocidade Realizar cortes menos profundos (em etapas) Refrigerar com água ou ar comprimido
Amolecimento no material	Disco de serra inapropriado Velocidade de corte alta	Trocar o disco de serra Mudar a velocidade de corte Checar e/ou mudar RPM
Bordas marcadas / mastigadas	Disco de serra sem afiação Disco não adequado Disco vibrando Baixa velocidade	Afiar disco Trocar disco Apertar os parafusos do eixo motor Verificar e/ou mudar RPM
Disco atolando	Baixa potência do motor Disco com diâmetro pequeno Chapa muito grossa	Colocar um rotor mais potente Colocar um disco com diâmetro maior Realizar cortes menos profundos (por etapas) ou menos peças

### 4.4. Furos

A furação pode ser efetuada de forma fixa ou móvel, utilizando-se brocas padrão de aço (Figura 8) carbono, com afiação especial para o acrílico. As perfurações podem ainda ser efetuadas através de pontas cônicas *drill file* (Figura 9). Brocas de carboneto com alta lubrificação resultam em melhor aparência das paredes do furo. A limpeza regular da broca evita o acúmulo de partículas que causam sobreaquecimento local.

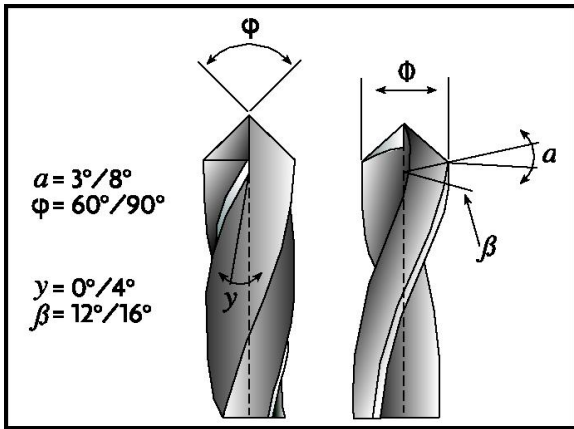


Figura 8: Ilustração de uma broca.

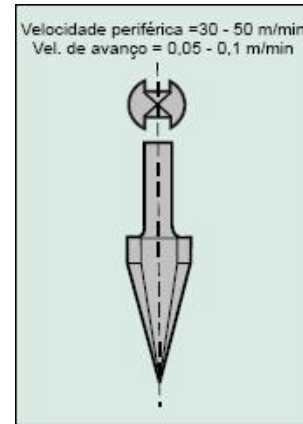


Figura 9: Ilustração de ponta cônica.

As Figuras 10 e 11 podem ser utilizadas para orientar na adequação da velocidade periférica (m/min) e velocidade (RPM) em função do diâmetro do furo, bem como a velocidade ótima de avanço versus a velocidade periférica.

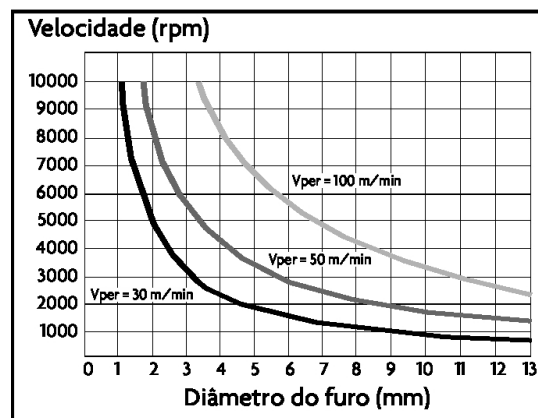


Figura 10. Gráfico de velocidade em função do diâmetro do furo.

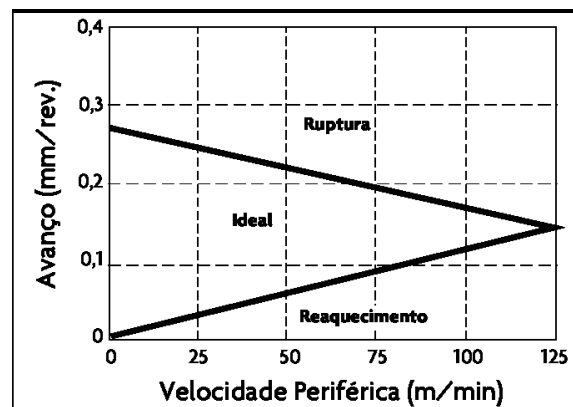


Figura 11. Gráfico de avanço em função da velocidade periférica.

Serras de extração, fresas copo do tipo *milford* ou fresas de cabo são aconselhadas para furos de grande diâmetro (Figura 12).

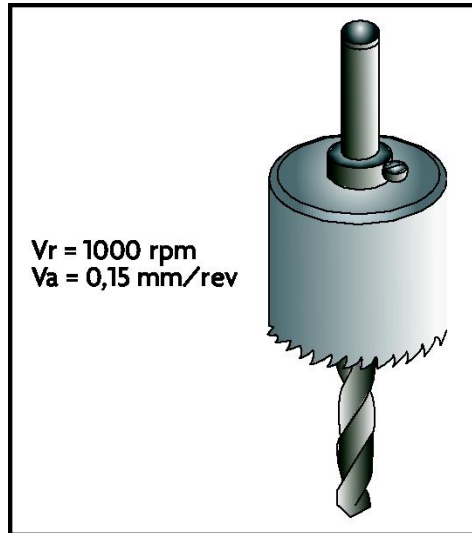


Figura 12. Ilustração de fresa copo

Para furos de diâmetro muito grande são usadas "bailarinas" (Figura 13). No caso de espessuras elevadas é aconselhado realizar a operação em duas fases, dando a volta na chapa.

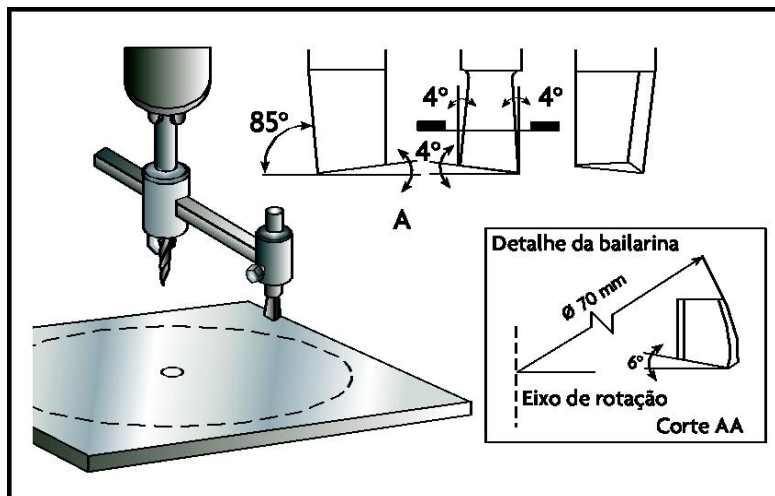


Figura 13. Ilustração de "bailarina".

Para operações de fresa, no caso de rebaixamento, podem ser usadas máquinas de broca vertical, portáteis ou em posto fixo, com fresas cilíndricas e que contemplem um ou mais gumes de aço carbono, sendo de preferência monobloco. É aconselhado refrigerar a peça e usar velocidades de rotação entre 15.000 e 25.000 rpm. Para obter acabamento nos cortes (polimento) em uma só etapa, podem-se usar ferramentas diamantadas, montadas em máquinas especiais em posto fixo.

## 4.5. Guia para solução de problemas em geral

Tabela 6. Guia para solução de problemas gerais.

<b>Processamento</b>		
<b>Problema</b>	<b>Possível causa</b>	<b>Sugestão para solução</b>
Bordas marcadas / mastigadas	Ferramenta inapropriada Ferramenta sem afiação Aresta de corte da ferramenta invertida	Trocar de ferramenta Afiar e/ou trocar as pontas de carboneto Corrigir direção de aresta de corte
Vibração na peça e no router	Router não está fixado adequadamente Ferramenta não está fixada Material muito espesso	Apertar router na base Fixar corretamente a ferramenta Diminuir espessura do corte
Amolecimento do material	Ângulo de corte da broca inadequado Afição inadequada	Trocar por broca especificada Afiar e/ou trocar as pastilhas de carboneto
<b>Perfuração</b>		
Quebra do material na entrada e/ou saída	Ângulo inadequado da broca Afição inadequada Diâmetro da broca muito grande	Mudar ângulo para 60° ou 80° Mudar diâmetro da broca
Amolecimento ou quebra do material	Superaquecimento	Resfriar com água ou líquidos refrigerantes
<b>Fresa</b>		
Amolecimento do material	Fresa inapropriada Alta velocidade	Verificar tipo de fresa, trocar se necessário Ajustar a velocidade
Quebra	Fresa não afiada Corte em direção contrária	Afiar ou trocar a fresa Trocar para um corte paralelo
<b>Torno</b>		
Amolecimento do material	Alta velocidade	Ajustar a velocidade
Quebra e/ou vibração	Velocidade de alimentação alta Profundidade de corte alta	Diminuir velocidade de alimentação Diminuir profundidade de corte

---

---

## 4.6. Perfis e Detalhes

No caso de ranhuras, perfis e detalhes em ângulos, pode-se usar serra circular, tupia ou fresa de diversos perfis. Mais comumente usam-se fresadoras montadas sobre pantógrafos, equipados com fresas de pequeno diâmetro (2 a 6 mm). O laser também pode ser utilizado.

Para suavizar pequenos defeitos de superfície (riscos) pode-se usar lixa d'água molhada a mão, com politriz de disco ou mesmo com retificadora de cinta (usar velocidade de 10m/s). Lixar sob irrigação de água para limitar o aquecimento.

## 4.7. Acabamento (Polimento)

O polimento é usado tanto para acabamento nas partes usinadas, quanto para devolver o brilho original à superfície. No caso manual requer um pano limpo e macio, e para o polimento mecânico, máquinas de disco com cobertura de feltro ou outro substrato macio, além de uma massa de polir.

Se a usinagem resultou em cortes regulares, o polimento com chama é uma técnica que pode ser empregada. No entanto, esta técnica, não deve ser adotada na chapa extrudada (pois usualmente induz altas tensões no acrílico e muitas vezes se faz necessário o distensionamento em estufa antes de pintar ou serigrafar). Consiste em polir a região dos cortes (3 a 5 cm) com chama oxidante (excesso de oxigênio em relação ao gás de queima) de alta temperatura (270 a 290°C), de forma a fundir a superfície sem inflamação do PMMA. O tempo de contato deve ser suficientemente curto para resultados satisfatórios e a superfície do corte tem que estar isenta de contaminações (evitar ao máximo contato com os dedos). O gás mais utilizado é o oxiacetileno através do maçarico.

## 4.8. Guia de solução de problemas em processos de acabamento

Tabela 7. Guia para solução de problemas em processos de acabamento.

<b>Lixa</b>		
<b>Problema</b>	<b>Possível causa</b>	<b>Sugestão para solução</b>
A borda tem marcas de <i>router</i> ou da serra	Falta lixação	Lixar mais ou aumentar a pressão
Bordas desiguais	Técnica de lixação errada	Não balançar a mão (se a operação é manual)
Quinas desiguais	Maior pressão nos extremos do canto da peça	Equilibrar a pressão exercida no centro e em direção as quinas
A borda tem acabamento grosseiro	Lixa é muito áspera	Trocar por uma lixa mais fina
A borda foi lixada causando uma inclinação, não há paralelismo entre as bordas	Alta concentração de pressão em um dos lados	Equilibra a pressão exercida no centro e em direção as quinas
<b>Polimento</b>		
Distorção da superfície	Excesso de pressão	Diminuir a pressão
Quinas queimadas ou desiguais	Falta de pasta Roda de pano inadequada Técnica de polimento erroneamente aplicada Chama muito próxima do material Má mistura dos gases	Diminuir a pressão Colocar mais pasta Trocar por uma roda de pano especificada Melhorar a técnica Afastar a chama Otimizar mistura dos gases
Quebra posterior	Pasta ou politriz com resíduos de solvente	Mudar para uma pasta apropriada Limpar roda de pano
Superaquecimento	Peça estática Excesso de pressão	Movimentar a peça Diminuir pressão
Amarelecimento	Mistura de gases errada	Regular a chama
Peças derretidas	Pressão entre as peças	Deixar um espaço entre as peças

## 5. TIPOS DE MOLDAGENS

### 5.1. Termoformagem / Termomoldagem

As chapas podem ser termomoldadas (manualmente ou por uso de machos ou plugs) e termoformadas (uso de vácuo). Esses processos possuem três fases distintas, o aquecimento da chapa (que leva o material



---

---

do estado vítreo da fase sólida para o estado borrachoso - características elásticas - da fase fundida), a moldagem propriamente dita, e o resfriamento do artigo moldado que retorna então ao estado vítreo na fase sólida.

A maior memória (componente elástica) da chapa *cast*, resultante dos altíssimos pesos moleculares, permite que caso a uma chapa moldada não atinja a forma desejada, poderá ser novamente aquecida para correção da forma. Para a chapa extrudada, a mesma fica limitada, pois possuem pesos moleculares inferiores à chapa *cast*. Já a chapa extrudada possui maior facilidade para termomoldar peças complexas com cantos vivos, pois necessita de menor força para estirar e reproduzir pequenos detalhes da superfície do molde.

Para as chapas *cast*, que são protegidas com filme adesivado de polietileno de baixa densidade, se faz necessária a retirada do mesmo antes do aquecimento da chapa, caso contrário, a aderência da cola é amplificada dificultando a retirada do filme da peça moldada.

Para chapas extrudadas, usualmente protegidas com filme de metaloceno de polietileno (sem cola), poderão ser aquecidas sem a retirada do filme, entretanto não são recomendadas. Pois o filme deverá estar isento de defeitos (bolhas, riscos, etc.) que podem ser transferidos para a superfície da peça moldada.

É importante a secagem da chapa extrudada caso a umidade esteja alta. A condição recomendada é de temperatura de 75 a 80°C durante 1 a 2 horas por milímetro de espessura da chapa.

Em locais de alta umidade do ar costuma-se estufar chapas *cast* (usualmente a 70°C) antes de serem transferidas para máquina de termoformagem.

A fase de aquecimento no processo de moldagem pode ser via estufa de ar quente circulante. Esse tipo de aquecimento é usado quando a peça moldada requer propriedade ótica elevada e para espessuras superiores a 5 mm. Permite a regulagem do aquecimento e manutenção das chapas *cast* em espera de moldagem. Essa fase de espera é desaconselhável para chapas extrudadas.

Outra modalidade de aquecimento é por elementos de radiação de infravermelho (elementos de cerâmica ou de fundição), possuindo algumas vantagens, tais como:

- inércia calorífica reduzida;
- uso de bandeja móvel, permitindo automação da transferência da chapa;
- rapidez de aquecimento até 5 mm de espessura (1 minuto por milímetro em média);
- custo moderado para pequenas e médias superfícies.

Apesar das vantagens citadas acima, deve-se considerar que:

- apenas uma placa por vez deve ser aquecida;
- é necessário usar um ventilador para controle de temperatura;
- chapas de espessura superiores a 5 mm requerem aquecimento em duas fases, virando a face da chapa (ou aquecimento simultâneo em ambos os lados).

---

---

As temperaturas e tempos médios de aquecimento recomendados são:

a) Chapa *cast*

- Faixa de temperatura usual: 130 a 200°C
- Faixa de temperatura recomendada: 160 a 190°C
- Tempo de aquecimento em estufa: 2 a 4 minutos por milímetro
- Tempo de aquecimento infravermelho (1 painel de 2,2 W/cm<sup>2</sup>) – 42 a 52 segundos por milímetro
- Tempo de aquecimento infravermelho (2 painéis de 3,5 W/cm<sup>2</sup>) – 24 a 32 segundos por milímetro

b) Chapa extrudada

- Faixa de temperatura usual: 120 a 180°C
- Faixa de temperatura recomendada: 130 a 160°C
- Tempo de aquecimento em estufa: 1,5 a 3 minutos por milímetro
- Tempos de aquecimento infravermelho (1 painel de 2,2 W/cm<sup>2</sup>): 38 a 45 segundos por milímetro
- Tempos de aquecimento infravermelho (2 painéis de 3,5 W/cm<sup>2</sup>): 22 a 27 segundos por milímetro

Um fator importante tanto na termoformagem de chapas extrudadas quanto *cast* é a contração quando exposta à temperatura ainda no processo de aquecimento. Essa contração é resultado do relaxamento da orientação molecular retida na chapa durante a extrusão (fluxo no sentido longitudinal da chapa) do polímero fundido através matriz da extrusora e a moldagem nos moldes de vidro no caso das chapas *cast*.

Os valores típicos encontrados na chapa extrudada da Unigel são de 3 a 4% de encolhimento na direção longitudinal (direção do fluxo do polímero) e de 0,5 a 1% na direção transversal da chapa (direção perpendicular ao fluxo). Esse comportamento provoca deformação na chapa caso a mesma não se encontre devidamente apoiada (pode ser necessário fixa a chapa em uma armação). A contração da chapa *cast* é em torno de 2% em ambas as direções.

As chapas *cast* suportam variações de temperaturas durante o aquecimento da ordem de 10 a 15°C, enquanto que as chapas extrudadas possuem menor janela de processo, cujas variações acima de 5°C podem gerar tensões consideráveis na chapa.

Para evitar que a chapa extrudada venha a aderir na superfície metálica em secadores horizontais, é recomendada a proteção das bases dos suportes com revestimentos antiaderentes (teflon ou à base de silicone). A secagem vertical das chapas extrudadas deve ser evitada, pois podem curvar, alargar ou até quebrar.

Na segunda fase do processo de termomoldagem e termoformagem o fator importante é o tempo de moldagem, que varia de acordo com o tipo de chapa (*cast* ou extrudada), com as condições térmicas e com a complexidade do artigo a ser moldado. Nesse sentido o fator crítico é o tempo entre a retirada da chapa da estufa ou dos elementos infravermelhos e o final da moldagem.

A relação entre tempo fora da estufa e temperatura de moldagem para a chapa *cast* e extrudada pode ser observada na Figura 14 e 15 respectivamente. Os gráficos apresentam a área de moldagem, a área de microfissuração, e a área na qual não é possível deformar, considerando uma chapa *cast* e extrudada de mesma espessura.

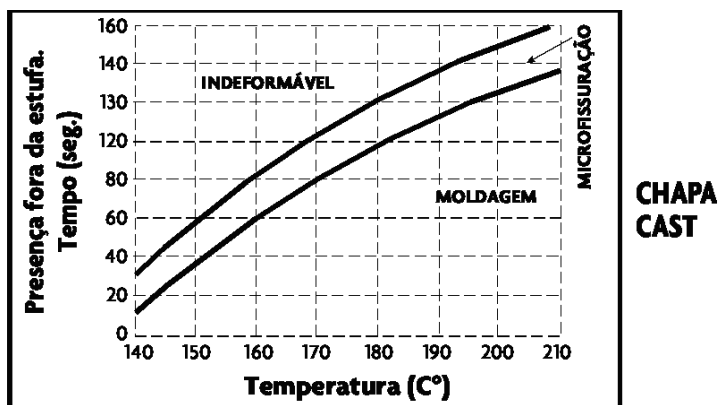


Figura 14. Gráfico tempo fora da estufa por temperatura da chapa *cast*.

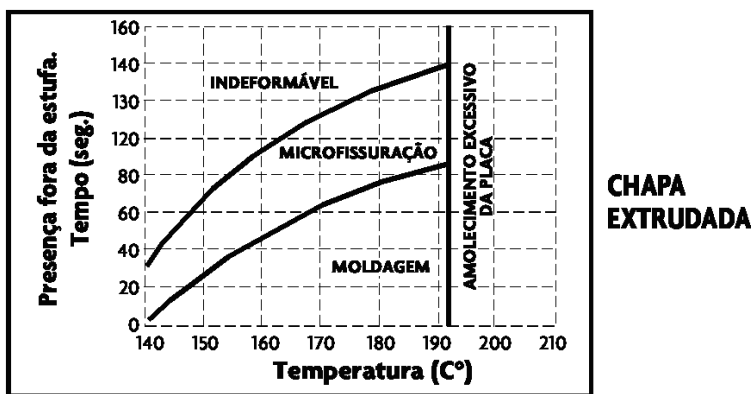


Figura 15. Gráfico tempo fora da estufa por temperatura da chapa extrudada.

Um método utilizado para verificar se existem tensões congeladas nas peças é mergulhar as mesmas em álcool etílico a 95%. Caso ocorram fissuras, as chapas estão tensionadas. Neste caso é necessário distensionar a chapa antes da moldagem, caso contrário, poderá sofrer distorção ou fissuras em serviço quando expostas a altas temperaturas e contatos com produtos químicos.

## 5.2. Moldes

Os moldes podem ser simples, como os de madeira ou gesso, ou mais elaborados, como os de alumínio, aço, resinas de poliéster ou epóxi reforçadas ou carregadas. Para reduzir as tensões induzidas na moldagem recomenda-se o aquecimento dos moldes e dos suportes a 70°C para as chapas *cast* e a 60°C para chapas extrudadas. Deve-se considerar a contração da chapa e realizar o resfriamento progressivo para evitar introdução de tensões. Alguns tipos de moldes utilizados em termoformagem podem ser observados na Figura 16.

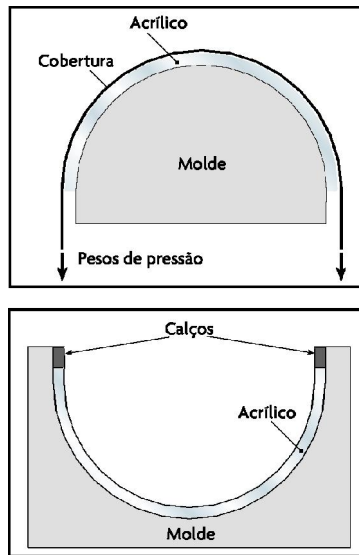


Figura 16. Ilustração de molde para chapa acrílica.

Para peças termoformadas a vácuo, é necessário um sistema de fixação da chapa ao molde conforme pode ser observado na Figura 17.

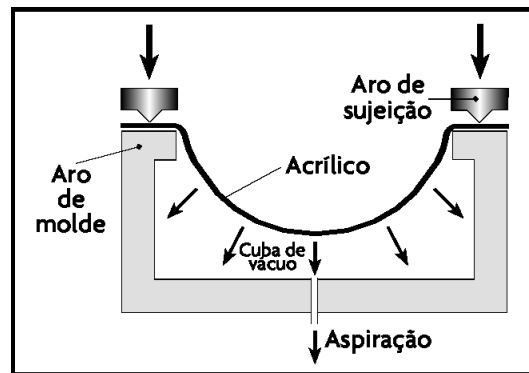


Figura 17. Ilustração de termoformagem a vácuo.

Outra técnica é o uso de aros para sopro de bolhas (Figura 18), que consiste em uma bandeja, onde o ar comprimido é introduzido e protegido por um difusor que evita o sopro de ar fresco sobre a superfície da chapa aquecida. A hermeticidade é obtida bloqueando-se a chapa contra a bandeja através de um aro ou suporte.

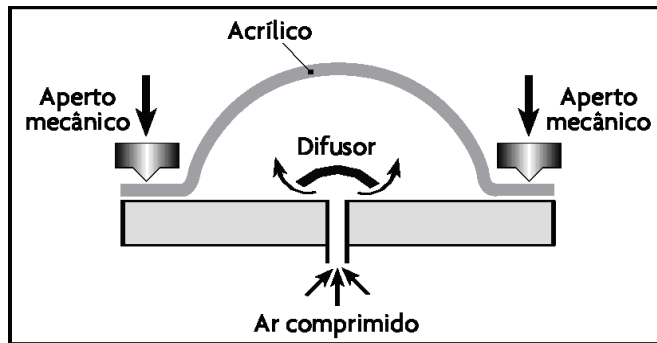


Figura 18. Ilustração de sopro de bolhas.

Tanto no caso da termoformagem a vácuo como no caso de sopro de bolha, a espessura é reduzida com o estiramento conforme ilustração da Figura 19. Na Figura 20 é possível ver exemplos para chapas *cast* e extrudada de cubas de base quadrada, relacionando o índice de distensão da chapa nas abscissas (relação altura/diâmetro) e a redução das espessuras na ordenada (relação espessura final versus espessura inicial).

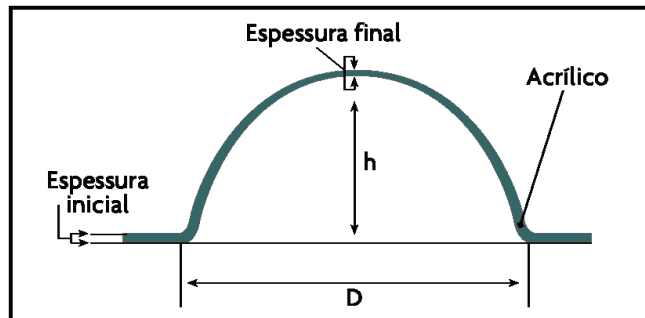


Figura 19. Ilustração da redução de espessura da chapa no processo.

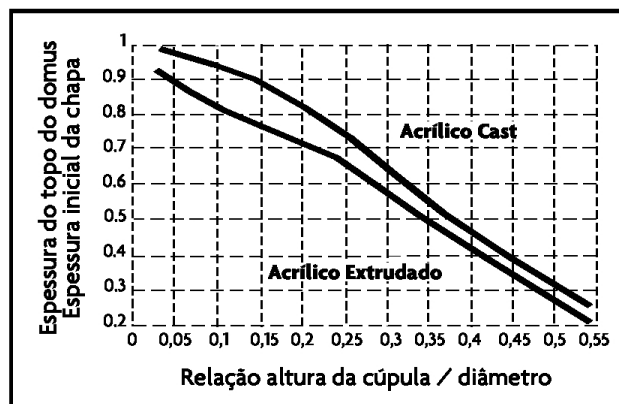


Figura 20. Gráfico da espessura inicial da chapa versus relação da altura cúpula/diâmetro.

Cuidados também são necessários para prevenir deformações nas peças ao retirá-las do molde, devendo-se manter o resfriamento até que as temperaturas sejam inferiores a 80 e 70°C para a chapa *cast* e extrudada. O resfriamento deve ser o mais lento e uniforme possível para não congelar as tensões na peça.

### 5.3. Dobras

Para efetuar dobras ou pequenos vincos não é necessário aquecer toda a superfície da chapa, somente a região onde ocorrerá a dobra. O aquecimento ao longo da região da dobra pode ser feito utilizando-se resistências elétricas (por exemplo, um fio de níquel/cromo alimentado por uma tensão de 24 a 48 V).

Para minimizar a possibilidade de tensões advindas do aquecimento na zona da dobra, recomenda-se não ultrapassar de 70 a 80°C nas zonas vizinhas à dobra. Sendo assim é recomendado colocar sobre a chapa, em ambos os lados do elemento de aquecimento e paralelamente a esse, duas caixas metálicas retangulares com água fria circulante. Para grandes espessuras e dobras de ângulos agudos, sugere-se efetuar uma ranhura em forma de V aquecendo mais uma zona do que a outra, quanto maior for a espessura da chapa.

No caso de uma dobra de ângulo reto, a largura dessa zona será de 5 vezes a espessura da chapa. Valores referenciais de temperatura para dobra estão na faixa de 150 a 170°C e com o menor esforço possível. Usualmente um dispositivo com um elemento de aquecimento e duas caixas de refrigeração são suficientes para chapas com espessuras até 5 mm. Para espessuras maiores é recomendada a utilização de dois dispositivos simétricos conforme Figura 21.

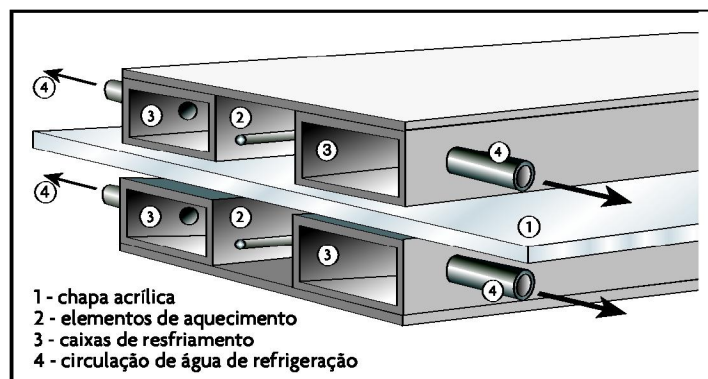


Figura 21. Ilustração de equipamento para dobra com duas zonas de resfriamento.

A operação de dobra e posterior resfriamento não deverão expor o produto a choques térmicos excessivos. Mesmo com todas as precauções, o processo de dobra induz tensões internas consideráveis e no caso onde a peça for submetida a contato com solventes ou condições severas de uso, poderá ser necessário um recozimento em estufa para o alívio das tensões internas.

Dentre as fontes de tensões internas mais comuns que podem causar microfissuras em peças, é possível destacar um produto demasiadamente quente ou frio, uma deformação (dilatação ou estiramento) efetuada de forma muito rápida, um molde muito frio ou com regiões com ângulos vivos (causam alta taxa de estiro do material) e resfriamento brusco com jato de ar direto (choque térmico).

### 5.4. Guia para solução de problemas com dobras e termoformagem

Tabela 8. Guia para solução de problemas com termoformagem e dobras.

<b>Dobragem</b>		
<b>Problema</b>	<b>Possível causa</b>	<b>Sugestão para solução</b>
Bolhas na área de dobragem	Superaquecimento na peça	Diminuir o tempo e/ou temperatura
Rugas na área de dobragem	Falta de aquecimento na peça	Aumentar tempo e /ou temperatura
Empenamento na área de dobragem	Superaquecimento na peça	Diminuir tempo e/ou temperatura
<b>Termoformagem</b>		
Bolhas na chapa	Aquecimento muito rápido	Reduzir temperatura e/ou tempo de aquecimento
Moldagem e desenhos incompletos	Aquecimento não uniforme Aquecimento insuficiente na chapa Vácuo insuficiente	Verificar e consertar o forno Aumentar temperatura ou tempo de aquecimento Aumentar capacidade da bomba de vácuo
Mudança de coloração na chapa	Aquecimento excessivo	Reduzir temperatura ou tempo de aquecimento
Empenamento ou dobras na chapa	Chapa muito quente	Reduzir temperatura ou tempo de aquecimento
Marca de refrigeração na peça moldada	Chapa muito quente	Reduzir temperatura ou tempo de aquecimento
Rugas ou marcas irregulares	Chapa muito quente	Diminuir temperatura do forno
Moldagem disforme na chapa	Aquecimento desigual da chapa	Verificar e/ou corrigir o forno
Rugas durante o processo de termoformagem	Aquecimento excessivo Vácuo insuficiente	Diminuir temperatura do forno Verificar e/ou corrigir sistema de vácuo
Linhas ou áreas com excesso de brilho	Chapa superaquecida Ar preso entre o molde e a chapa	Reduzir tempo de aquecimento
Má aparência superficial	Vácuo insuficiente Chapa suja	Aperfeiçoar o sistema de vácuo
Distorção excessiva ou encolhimento após desmoldagem	Peça desmoldada muito depressa	Aumentar o tempo de resfriamento
Parede da peça muito fina	Termoformagem inapropriada Chapa com espessura fina	Usar outro tipo de termoformagem Aumentar espessura da chapa
Peças torcidas	A peça não foi corretamente resfriada	Corrigir o ciclo de resfriamento Aumentar a temperatura do molde
Balão desigual durante a moldagem	Baixa temperatura de moldagem	Aumentar temperatura de moldagem Aumentar tempo de aquecimento

---

---

## 6. DISTORÇÃO ÓTICA

Sob o enfoque de distorção ótica, as fontes mais comuns desse efeito compreendem:

- defeitos de superfície do molde;
- contato da chapa com molde a altas temperaturas;
- aquecimento da chapa acima de 190°C;
- molde demasiadamente frio;
- resfriamento brusco com jato de ar direto (choque térmico).

A chapa *cast* possui menor tendência às distorções óticas em relação à chapa extrudada.

## 7. RECOZIMENTO – ALÍVIO DE TENSÃO

A mecanização severa e o estiramento durante a termoformagem induzem a tensões internas. No caso de chapas extrudadas, muitas vezes o recozimento em estufa de ar circulante do artigo moldado se faz necessário para evitar fissuramentos (crazing), principalmente quando esse artigo vier a sofrer serigrafia e/ou colagens.

Para chapas *cast* e extrudadas planas de mesma espessura, o tempo de recozimento é o mesmo, variando-se apenas a temperatura (85°C para *cast* e 75°C para a extrudada). O tempo estimado é um fator fixo de 2 horas acrescido de um fator variável de 0,225 horas/mm de espessura (ex: chapa de 2 mm, o tempo seria de  $2 + 2 \times 0,225 = 2,45$  horas).

No caso das chapas terem sido dobradas ou termomoldadas/termoformadas, as temperaturas deverão ser de 70°C e 60°C para a chapa *cast* e extrudada respectivamente. O tempo de recozimento estimado neste caso será um fator fixo de 4 horas acrescido de um fator variável de 0,45 h/mm de espessura (ex: chapa de 2mm, o tempo seria de  $4 + 2 \times 0,45 = 4,90$  horas). Em ambas as situações são importantes que a estufa seja desligada, e o resfriamento ocorra dentro da mesma de forma a evitar novas tensões por choque térmico.

## 8. MONTAGEM

Algumas considerações se fazem necessárias na montagem de chapas acrílicas, contemplando chapas planas ou curvadas (a frio e termomoldadas). Quer seja a montagem em suporte rígido ou em perfis metálicos de fixação (elementos de borracha butílica ou neoprene são comumente usados), deve-se sempre ter em mente que o acrílico possui coeficiente de dilatação cerca de 10 vezes o dos metais normalmente utilizados para o enquadramento. Sendo assim, é importante considerar a diferença no dimensionamento da chapa e na



---

---

alocação de espaço suficiente para a chapa contrair e dilatar com a temperatura, tanto para as medidas de corte em comprimento e largura, quanto para os diâmetros dos furos dos elementos de fixação.

Vale ressaltar que a espessura da chapa deve ser suficiente para resistir aos esforços em serviço, tais como pressão exercida pelo vento ou aquecimento resultante das inversões térmicas do ambiente (nesse ponto a uniformidade de espessura da chapa extrudada garante uma performance homogênea da chapa em relação aos esforços solicitantes).

Para curvar as chapas acrílicas a frio, recomenda-se um raio mínimo de curvatura de 200 vezes da espessura da chapa *cast* e 300 vezes da chapa extrudada (sentido da extrusão), a fim de evitar que as mesmas fiquem sujeitas a esforço permanente e excessivo, que com o decorrer do tempo poderia desencadear trincas e fissuras, especialmente se entrarem em contato com agentes químicos.

## 9. COLAS

As colas para chapas *cast* podem agredir a chapa extrudada (aparecimento de fissuras). Algumas situações em que a mecanização e/ou a termomoldagem foi severa, é necessário distensionar a peça em estufa antes da colagem ou serigrafia.

As colas podem ser de contato ou polimerizáveis. Em condições ideais, a resistência à tração de uma parte colada deve atingir cerca de 60 a 70% do valor de resistência à tração do polímero para colas polimerizáveis e de 10 a 35% para colas de contato.

A soldagem através de gases quentes, lâminas quentes, indução, radiação, ultra-som, alta frequência e vibração são recomendadas para chapa extrudada. Para chapa *cast* é recomendada a solda por introdução e fusão de matéria. O processo de soldagem introduz tensões altas e requer recozimento.

### 9.1. Colagem

A chapa acrílica pode ser colada com solventes ou adesivos, criando uniões fortes, transparentes e de longa duração. A força e a aparência da união dependem do cuidado e da habilidade com a qual o procedimento é feito. Evite pressionar as peças que são coladas. Se a superfície a ser colada possuir um corte limpo, nenhuma preparação adicional é necessária. Se a superfície que será colada apresentar imperfeições, será necessário lixar ou fazer algum outro tipo de acabamento até deixar as áreas perfeitamente planas e no esquadro (a 90°). Não polir as superfícies que serão coladas, pois isso causará um arredondamento na superfície, diminuirá a área de contato e acarretará num fissuramento nas partes polidas da união.

Remova a proteção (papel ou filme) da área que será colada. É recomendado proteger a superfície próxima a área de colagem com uma fita adesiva que não sofrerá dano pelo solvente ou adesivo usado na colagem (certifique que a aplicação desta fita esteja correta, apertando a mesma na peça, não deixando

---

---

espaço para evitar que a cola infiltre). A fita deve ser retirada após ter sido feita a colagem. Use solventes como cloreto de metileno, dicloreto de etileno, tricloro-etileno, clorofórmio ou acetona.

Precações para trabalhar com solventes:

- sempre trabalhar em ambiente ventilado;
- não fumar no local (solventes são inflamáveis e de alta volatilidade);
- proteja a pele do contato direto (o uso de óculos de segurança é recomendável).

#### 9.1.1. Tipos de união

Podem ser feitos diferentes tipos de união. Essas uniões podem ser obtidas por meios mecânicos ou colando com adesivos. Os tipos mais comuns de uniões podem ser observados pela Figura 22.

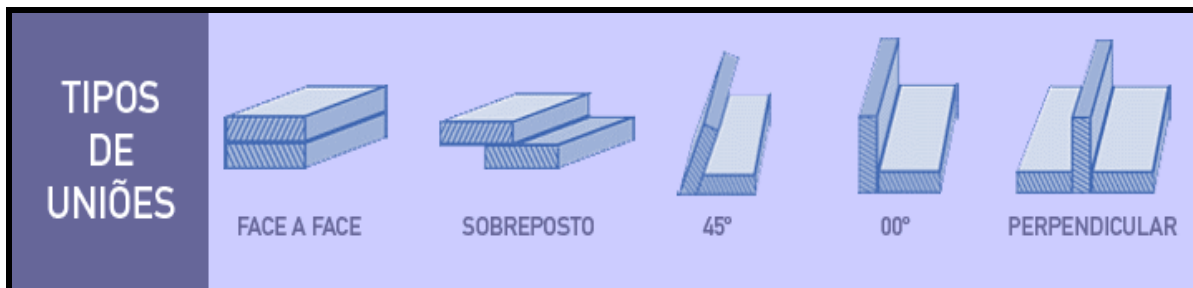


Figura 22. Ilustração dos tipos de união de chapas.

#### 9.1.2. Métodos de colagem

Dependendo do tipo de união, da forma da peça, do volume produzido e da resistência a esforços, pode ser utilizado um método ou outro para colagem. Os principais métodos são:

- Capilaridade;
- Imersão;
- Técnica de adesivos polimerizáveis.

##### 9.1.2.1. Capilaridade

É a ação do solvente ou adesivo de baixa viscosidade que escoam entre as superfícies que serão coladas. As superfícies devem ser fixadas corretamente usando uma seringa hipodérmica, pipeta ou um recipiente com bico estreito. O adesivo ou solvente é aplicado sobre um extremo que irá cobrir toda a área que será colada. Uma vez que o solvente tenha sido aplicado, escoará por capilaridade.

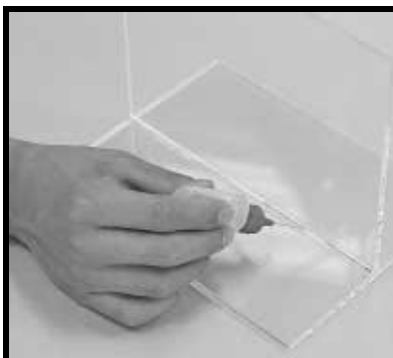


Figura 23. Ilustração de colagem por capilaridade.

#### 9.1.2.2. Imersão

A borda de uma das peças é submersa no solvente de 2 a 3 minutos. Para realizar este procedimento use uma bandeja não muito profunda de alumínio, aço inoxidável, aço galvanizado, vidro ou polietileno.

Coloque dentro da bandeja uma malha de metal ou plástico para prevenir que a borda da chapa toque o fundo. Assegure-se que a bandeja esteja nivelada e despeje o solvente, cobrindo uniformemente a malha metálica. Depois coloque a borda da peça na bandeja até que este toque a malha e segure-a com um suporte ou com as mãos enquanto é mergulhada. O tempo de imersão deve ser suficiente para que a borda da chapa inche. Retire a peça e deixe o excesso de solvente pingar. Cuidadosa e rapidamente, coloque a peça sobre a parte a ser colada. Mantenha as peças juntas sem aplicar alguma pressão por mais de 30 segundos para permitir que o solvente trabalhe na superfície da outra peça e evapore. Quando as peças estiverem coladas, mantenha-as em contato, segurando por 5 a 15 minutos.

#### 9.1.2.3. Adesivo Polimerizável

Este método é utilizado quando os outros métodos não podem ser usados porque as peças que serão coladas não se ajustam corretamente ou porque a área é difícil de ser colada. O adesivo é diretamente aplicado com um recipiente de bico estreito.

Remova o filme de proteção da área que será colada e aplique o adesivo cuidadosamente com um pincel, espátula ou recipiente de bico estreito. Por proteção, coloque adesivo na região em volta da área de colagem e que deverá ser retirado após 5 minutos, quando o adesivo ainda está fresco. Cuidadosamente, coloque o adesivo em um dos lados da união e logo junte as peças. Mantenha-as juntas por pelo menos 10 minutos.

---

---

## 9.2. Técnicas específicas

### 9.2.1. Pistola de ar quente para plástico

Alguns termoplásticos como o acrílico, PVC, polietileno, poliestireno, entre outros, podem facilmente ser unidos e separados com uma pistola de ar quente.

Dependendo da aplicação, a ferramenta é eletronicamente ajustada para fornecer diferentes temperaturas, velocidades e utilização de diferentes bicos. A ferramenta tem um soprador de ar que pode operar em temperaturas entre 1 a 700°C, dependendo do tamanho do bico a ser utilizado. Desta forma, pode ser ajustada para soldar diversos tipos de termoplásticos. Sem os bicos, a ferramenta gera uma quantidade de ar suficiente para aquecer, separar ou acelerar alguma reação. Existe uma grande variedade de bicos e acessórios que podem ser adaptados para essa ferramenta em poucos segundos.

### 9.2.2. Ultra-som

Esse é um método de união ou processamento eficiente, rápido e limpo para peças de termoplásticos rígidos. Neste método um componente converge energia elétrica para energia mecânica vibracional em frequências ultra-sônicas. A energia mecânica produzida pelo conversor é então transmitida através de um dispositivo de frequência modular. Essa ferramenta acústica transfere a energia vibracional diretamente para as partes que serão unidas. As vibrações passam pela área de união da peça, onde a energia vibracional é convertida em calor de fricção que derrete o plástico. Quando esse estado de derretimento é alcançado, as vibrações param. A pressão é brevemente mantida entre as peças enquanto as partes derretidas se solidificam criando uma forte ligação molecular entre elas. Os ciclos têm geralmente menos que um segundo de duração e a união alcança a aparência do material da peça.

## 9.3. Guia de solução de problemas com colagem

Tabela 9. Guia para solução de problemas com colagem.

<b>Problema</b>	<b>Possível causa</b>	<b>Sugestão para solução</b>
Peça apresenta microfissuras	Superfície ou bordas polidas Adesivo polimerizável com excesso de catalisador	Não polir Verificar e corrigir formulação
Bolhas em torno da borda	Borda empenada Cola inadequada Má colagem	Desempenar borda Trocar de cola Praticar colagem
Bolhas entre as superfícies coladas	Pouca pressão Cola inadequada Má colagem	Aumentar pressão nas peças Trocar de cola Trocar a técnica de colagem
Opacidade	Contato com solventes Superfície com gordura Umidade	Evitar contato da peça com solventes Limpar peça com água e sabão ou hexano Secar superfície
Amarelecimento	Adesivo polimerizável com excesso de catalisador	Verificar e corrigir formulação
Deslocamento ou delaminação	Superfície com gordura Cola inadequada Pouco tempo de colagem	Limpar peça com água e sabão Trocar de cola Aumentar tempo de colagem
Baixa resistência ao esforço mecânico	Cola inadequada Tipo de junção inadequada Adesivo polimerizável inadequado	Trocar de cola Trocar tipo de junção Trocar adesivo polimerizável
Cura incompleta	Catalisador deficiente	Verificar e corrigir formulação da cola

## 10. DECORAÇÃO

Podem ser empregadas, para o acrílico, diversas técnicas de decoração. As mais comuns são a serigrafia, a transferência a quente, a pintura com pistola ou películas de vinil coloridas. A serigrafia oferece bom brilho e estabilidade em longo prazo, enquanto que a pintura com pistola permite a rápida secagem.

### 10.1. Guia de solução de problemas com pintura

Tabela 10. Guia para solução de problemas com pintura.

Problema	Possível causa	Sugestão para solução
Peça apresenta microfissuras	Tinta inadequada Excesso de solvente Superaquecimento no polimento	Mudar a tinta especificada Reduzir quantidade de solvente Não polir
Tinta escorrendo	Tinta muito diluída Tinta inadequada	Adicione menos solvente à tinta Mudar a tinta especificada
Pouca ancoragem na superfície	Tinta inadequada	Mudar a tinta especificada

## 11. RESISTÊNCIA QUÍMICA

O acrílico tem boa resistência a água, álcalis e soluções aquosas de sais inorgânicos. Mesmo que diluídos, os ácidos cianídrico e fluorídrico atacam o acrílico, assim como os ácidos sulfúrico, nítrico e crômico concentrado. Os solventes à base de hidrocarbonetos clorados e monômeros de metil metacrilato atacam o acrílico fortemente. A resistência química do acrílico a alguns agentes pode ser observada na Tabela 11.

Tabela 11. Resistência química do acrílico.

Agente	Concentração	Resistência
Ácido acético	5%	Resistência limitada
Ácido cítrico	20%	Resistente
Ácido crômico	10%	Não recomendada
Ácido nítrico	10%	Resistente
Ácido sulfúrico	10%	Resistente
Ácido sulfúrico	30%	Resistência limitada
Ácido sulfúrico	90%	Não recomendada
Álcool etílico	10%	Resistência limitada
Álcool isopropílico	10%	Resistência limitada
Hidróxido de amônia	10%	Resistente
Carbonato de sódio	20%	Resistente
Gasolina		Resistência limitada
Hidróxido de sódio	60%	Resistente
Peróxido de hidrogênio	20%	Resistente
Querosene		Resistente
Sabão	10%	Resistente
Tiner / Éter / Acetona		Não recomendada

---

---

## **12. INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE E SEGURANÇA**

Para garantir a segurança na manipulação e processamento das chapas acrílicas é importante seguir as recomendações da Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) das chapas Acrigel® XT e CT. As FISPQ da chapa Acrigel® XT e CT podem ser solicitadas para a área de desenvolvimento de mercado e assistência técnica da Unigel Plásticos.

---

---

## TERMO DE GARANTIA LIMITADA APLICADA AS CHAPAS EXTRUDADAS ACRIGEL®XT CRISTAL

Este Termo de Garantia Limitada estabelece as condições para utilização da garantia aplicável restritamente a chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal [poli (metilmetacrilato)] produzidas pela UNIGEL PLÁSTICOS S/A.

### 1. Características

A Garantia para chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal cobre única e exclusivamente o amarelecimento e a perda de transmissão de luminosidade das chapas na cor cristal, utilizadas conforme as recomendações previstas neste termo e no documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Extrudadas ACRIGEL®XT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS.

### 2. Validade

Para as características amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade esta garantia é válida pelo prazo máximo de 10 (dez) anos, contados a partir da data de venda constante na Nota Fiscal, divididos em dois períodos consecutivos de 5 (cinco) anos cada.

Assim que identificado o defeito, o consumidor deve comunicar a ocorrência por escrito à UNIGEL PLÁSTICOS, sendo necessário constar o número de Lote.

### 3. Condições

A garantia contra amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade se aplica somente em chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal.

Esta garantia se aplica somente as chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal manuseadas, instaladas e limpas de acordo com as recomendações contidas no documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Extrudadas ACRIGEL®XT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS que se responsabilizará por sua divulgação ao mercado.

Esta garantia refere-se única e exclusivamente às chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal danificadas ou que apresentarem defeitos comprovados na fabricação.

A UNIGEL PLÁSTICOS sob nenhuma circunstância será responsabilizada por custos superiores ao valor total ou proporcional da chapa danificada.

A manutenção e limpeza das chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal, devem se realizadas regularmente, conforme documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Extrudadas ACRIGEL®XT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS.

A UNIGEL PLÁSTICOS se compromete expressamente neste termo, a repor as chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal que apresentarem defeito de fabricação comprovado; ou, a seu exclusivo critério, reembolsar total ou parcialmente o consumidor de acordo com o grau de amarelecimento e perda de transmitância conforme parâmetros previstos nos itens 3.1 e 3.2 e respeitadas às condições para a sua aplicação definidas nos itens 3.3 e 3.4.

#### 3.1. Grau de Amarelecimento

Seguidas as recomendações da UNIGEL PLÁSTICOS, os parâmetros para a característica de AMARELECIMENTO são:

3.1.1 - Para os primeiros 5 anos, o índice de amarelecimento da chapas deve ser menor que 7,0. Conforme norma ASTM-D-1925.

3.1.2 - Para o segundo período de 5 anos, o índice de amarelecimento das chapas deve ser menor que 9,0. Conforme norma ASTM-D-1925.

O primeiro período supra informado contar-se-á a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda.

#### 3.2. Grau de Transmissão de Luminosidade

Seguidas as recomendações técnicas da UNIGEL PLÁSTICOS, os parâmetros para a característica de TRANSMISSÃO DE LUMINOSIDADE são:

3.2.1. Para os primeiros 5 anos, o decréscimo na transmitância total das chapas não deve ser superior a 3% (três por cento). Conforme norma ASTM-D-1003.

3.2.2. Para o segundo período de 5 anos, o decréscimo na transmitância total não deve ser superior a 6% (seis por cento). Conforme norma ASTM-D-1003.

O primeiro período supra informado contar-se-á a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda.

#### 3.3. Aplicação da Garantia no primeiro período de 5 anos

Características: amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade.

Caso uma chapa Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal apresentar excessivo amarelecimento ou perda de transmissão luminosa, conforme parâmetros definidos nos itens 3.1.1 e 3.2.1 deste Termo, dentro de um prazo de 5 (cinco) anos, contados a partir da data de emissão da nota Fiscal de Venda, a UNIGEL PLÁSTICOS providenciará a reposição da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque.

Após recebimento de amostra do material reclamado, juntamente com cópia da Nota Fiscal de Venda, e confirmação das condições e parâmetros acima estabelecidos pela UNIGEL PLÁSTICOS, esta providenciará a reposição da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque.

A chapa danificada deverá retornar a UNIGEL PLÁSTICOS juntamente com a Nota Fiscal de Venda (original).

A reposição da chapa será efetuada no prazo máximo de 60 (sessenta) dias nas vendas para o mercado nacional e 90 (noventa) dias nas vendas para o mercado internacional, ambos contados a partir do recebimento da chapa danificada pela UNIGEL PLÁSTICOS.

#### 3.4. Aplicação da Garantia no segundo período de 5 anos

Características: amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade

Nas hipóteses em que as chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal apresentarem excessivo amarelecimento ou perda de transmissão de luminosidade, conforme parâmetros definidos nos itens 3.1.2 e 3.2.2 deste termo, dentro do prazo de 05 (cinco) anos, contados a partir do 1º dia após o término do primeiro período de 05 (cinco) anos previsto no item 3.3, a UNIGEL PLÁSTICOS providenciará a reposição imediata da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque, ou o ressarcimento de seu valor proporcional.

Após o recebimento da amostra do material reclamado, juntamente com cópia da Nota Fiscal de Venda do reclamante, e confirmação das condições e parâmetros acima estabelecidos pela UNIGEL PLÁSTICOS, esta providenciará a reposição imediata da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque, ou o ressarcimento de seu valor proporcional.



---

---

A reposição da chapa será efetuada no prazo máximo de 60 (sessenta) dias nas vendas para o mercado nacional e 90 (noventa) dias nas vendas para o mercado internacional, ambos contados a partir do recebimento da chapa danificada pela UNIGEL PLÁSTICOS.

Mediante acordo a ser firmado com o reclamante, a UNIGEL PLÁSTICOS poderá optar pelo reembolso do valor proporcional da chapa danificada, respeitando o cálculo abaixo descrito.

Neste caso, a reposição será feita pela UNIGEL PLÁSTICOS a um custo de 1/120 do valor de venda da chapa, para cada mês de uso a partir da data da Nota Fiscal de Venda.

O Ressarcimento do valor proporcional neste caso será realizado pela UNIGEL PLÁSTICOS a um custo de 1/120 do valor presente da chapa danificada, para cada mês de uso a ser contado a partir da data da Nota Fiscal de Venda. A chapa danificada deverá retornar a UNIGEL PLÁSTICOS juntamente com a Nota Fiscal de Venda (original).

#### **4. Exclusões da Garantia:**

4.1. Danos causados por utilização ou manuseio inadequada das chapas:

4.1.1. Quebras por impacto no manuseio e na instalação;

4.1.2. Riscos decorrentes de atrito com outras superfícies e objetos;

4.1.3. Danos ocasionados intencionalmente à chapa adquirida;

4.1.4. Utilização de adesivos, tintas, produtos abrasivos, vernizes ou afins na superfície da chapa não recomendados pela UNIGEL PLÁSTICOS;

4.1.5. Utilização de materiais de limpeza contendo produtos químicos agressivos ao acrílico conforme documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Extrudadas ACRIGEL®XT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS.

4.1.6. A utilização das chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal é de total responsabilidade do comprador que deverá seguir as instruções de utilização e instalação fornecidas pela UNIGEL PLÁSTICOS no momento da data de venda das chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal, eximindo-se esta última de qualquer responsabilidade quanto a quaisquer danos ocorridos na instalação;

4.1.7. Caso o comprador terceirize as operações de usinagem das chapas esta garantia somente será válido se o comprador provar de forma inequívoca que os procedimentos operacionais estabelecidos pela UNIGEL PLÁSTICOS foram corretamente transmitidos por este aos responsáveis pelas operações.

4.2. Erros de projeto ou estruturais no local onde as chapas serão utilizadas.

4.3. Em quaisquer casos, a UNIGEL PLÁSTICOS não será responsabilizada por danos diretos ou indiretos que ocorrerem a partir da data de entrega dos produtos aos distribuidores, que passarão a ter total responsabilidade sobre tais produtos. Não se responsabiliza, portanto, por despesas provenientes de reinstalação e manuseio ou quaisquer outros custos, diretos e indiretos, ressalvando-se os casos previstos na cláusula 3 desta garantia.

4.4. Esta garantia se aplica somente a chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal, manuseadas, instaladas e limpas de acordo com as recomendações da UNIGEL PLÁSTICOS. É importante notar que as chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal são projetadas para resistir a condições climáticas, não apresentando proteção contra abrasão. Portanto, esta garantia não se aplica em casos de danos causados por abrasão à superfície da chapa. Esta garantia não cobre despesas provenientes de reinstalação e remanuseio ou quaisquer outros custos diretos e indiretos provenientes dos danos causados, e se refere única e exclusivamente às chapas Extrudadas ACRIGEL®XT Cristal eventualmente danificadas.

#### **5. QUEBRA:**

Esta garantia não se aplica a quebra causada por granizos. A garantia não se aplica em casos de danos por outros tipos de impacto, propositais ou não.

#### **6. DISPOSIÇÕES GERAIS:**

O usuário deve estar ciente que materiais utilizados para acabamentos estão sujeitos a deposições atmosféricas irreversíveis, portanto, a superfície das chapas é passível de danos. A manutenção e limpeza das chapas, se realizadas regularmente e de acordo com as recomendações da UNIGEL PLÁSTICOS, contribuem para a redução destes danos, porém não os elimina. Esta garantia não cobre danos por abrasão ou arranhões na superfície das chapas.

A UNIGEL PLÁSTICOS tem por obrigação expressa neste Termo à reposição de chapas danificadas, ou reembolso de seu valor total ou parcial, de acordo com os casos supra explanados, sempre por sua única e exclusiva opção. Em ambos os casos, a UNIGEL PLÁSTICOS não deverá ser responsabilizada por dano incidental, consequencial ou especial, e, sob nenhuma circunstância, responsabilizada por custos superiores ao valor total ou proporcional da chapa danificada.

Este termo foi emitido na data de 27/03/2009 pelo Departamento de Desenvolvimento de Mercado e Assistência Técnica da UNIGEL PLÁSTICOS.

A UNIGEL PLÁSTICOS reserva-se o direito de alterar os dados deste termo a qualquer momento; no entanto, um novo termo será prontamente editado e distribuído.

---

---

## TERMO DE GARANTIA LIMITADA APLICADA AS CHAPAS CELL CAST ACRIGEL®CT CRISTAL

Este Termo de Garantia Limitada estabelece as condições para utilização da garantia aplicável restritamente a chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal [poli (metilmetacrilato)] produzidas pela UNIGEL PLÁSTICOS S/A.

### 1. Características

A Garantia para chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal cobre única e exclusivamente o amarelecimento e a perda de transmissão de luminosidade das chapas na cor cristal, utilizadas conforme as recomendações previstas neste termo e no documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Cell Cast ACRIGEL®CT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS.

### 2. Validade

Para as características amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade esta garantia é válida pelo prazo máximo de 10 (dez) anos, contados a partir da data de venda constante na Nota Fiscal, divididos em dois períodos consecutivos de 5 (cinco) anos cada.

Assim que identificado o defeito, o consumidor deve comunicar a ocorrência por escrito à UNIGEL PLÁSTICOS, sendo necessário constar o número de Lote.

### 3. Condições

A garantia contra amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade se aplica somente em chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal.

Esta garantia se aplica somente as chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal manuseadas, instaladas e limpas de acordo com as recomendações contidas no documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Cell Cast ACRIGEL®CT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS que se responsabilizará por sua divulgação ao mercado.

Esta garantia refere-se única e exclusivamente às chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal danificadas ou que apresentarem defeitos comprovados na fabricação.

A UNIGEL PLÁSTICOS sob nenhuma circunstância será responsabilizada por custos superiores ao valor total ou proporcional da chapa danificada.

A manutenção e limpeza das chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal, devem se realizadas regularmente, conforme documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Cell Cast ACRIGEL®CT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS.

A UNIGEL PLÁSTICOS se compromete expressamente neste termo, a repor as chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal que apresentarem defeito de fabricação comprovado; ou, a seu exclusivo critério, reembolsar total ou parcialmente o consumidor de acordo com o grau de amarelecimento e perda de transmitância conforme parâmetros previstos nos itens 3.1 e 3.2 e respeitadas às condições para a sua aplicação definidas nos itens 3.3 e 3.4.

#### 3.1. Grau de Amarelecimento

Seguidas as recomendações da UNIGEL PLÁSTICOS, os parâmetros para a característica de AMARELECIMENTO são:

3.1.1 - Para os primeiros 5 anos, o índice de amarelecimento da chapas deve ser menor que 9,0. Conforme norma ASTM-D-1925.

3.1.2 - Para o segundo período de 5 anos, o índice de amarelecimento das chapas deve ser menor que 11,0. Conforme norma ASTM-D-1925.

O primeiro período supra informado contar-se-á a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda.

#### 3.2. Grau de Transmissão de Luminosidade

Seguidas as recomendações técnicas da UNIGEL PLÁSTICOS, os parâmetros para a característica de TRANSMISSÃO DE LUMINOSIDADE são:

3.2.1. Para os primeiros 5 anos, o decréscimo na transmitância total das chapas não deve ser superior a 4% (quatro por cento). Conforme norma ASTM-D-1003.

3.2.2. Para o segundo período de 5 anos, o decréscimo na transmitância total não deve ser superior a 7% (sete por cento). Conforme norma ASTM-D-1003.

O primeiro período supra informado contar-se-á a partir da data de emissão da Nota Fiscal de Venda.

#### 3.3. Aplicação da Garantia no primeiro período de 5 anos

Características: amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade.

Caso uma chapa Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal apresentar excessivo amarelecimento ou perda de transmissão luminosa, conforme parâmetros definidos nos itens 3.1.1 e 3.2.1 deste Termo, dentro de um prazo de 5 (cinco) anos, contados a partir da data de emissão da nota Fiscal de Venda, a UNIGEL PLÁSTICOS providenciará a reposição da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque.

Após recebimento de amostra do material reclamado, juntamente com cópia da Nota Fiscal de Venda, e confirmação das condições e parâmetros acima estabelecidos pela UNIGEL PLÁSTICOS, esta providenciará a reposição da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque.

A chapa danificada deverá retornar a UNIGEL PLÁSTICOS juntamente com a Nota Fiscal de Venda (original).

A reposição da chapa será efetuada no prazo máximo de 60 (sessenta) dias nas vendas para o mercado nacional e 90 (noventa) dias nas vendas para o mercado internacional, ambos contados a partir do recebimento da chapa danificada pela UNIGEL PLÁSTICOS.

#### 3.4. Aplicação da Garantia no segundo período de 5 anos

Características: amarelecimento e perda de transmissão de luminosidade

Nas hipóteses em que as chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal apresentarem excessivo amarelecimento ou perda de transmissão de luminosidade, conforme parâmetros definidos nos itens 3.1.2 e 3.2.2 deste termo, dentro do prazo de 05 (cinco) anos, contados a partir do 1º dia após o término do primeiro período de 05 (cinco) anos previsto no item 3.3, a UNIGEL PLÁSTICOS providenciará a reposição imediata da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque, ou o ressarcimento de seu valor proporcional.

Após o recebimento da amostra do material reclamado, juntamente com cópia da Nota Fiscal de Venda do reclamante, e confirmação das condições e parâmetros acima estabelecidos pela UNIGEL PLÁSTICOS, esta providenciará a reposição imediata da chapa danificada, conforme disponibilidade de estoque, ou o ressarcimento de seu valor proporcional.

---

---

A reposição da chapa será efetuada no prazo máximo de 60 (sessenta) dias nas vendas para o mercado nacional e 90 (noventa) dias nas vendas para o mercado internacional, ambos contados a partir do recebimento da chapa danificada pela UNIGEL PLÁSTICOS.

Mediante acordo a ser firmado com o reclamante, a UNIGEL PLÁSTICOS poderá optar pelo reembolso do valor proporcional da chapa danificada, respeitando o cálculo abaixo descrito.

Neste caso, a reposição será feita pela UNIGEL PLÁSTICOS a um custo de 1/120 do valor de venda da chapa, para cada mês de uso a partir da data da Nota Fiscal de Venda.

O Ressarcimento do valor proporcional neste caso será realizado pela UNIGEL PLÁSTICOS a um custo de 1/120 do valor presente da chapa danificada, para cada mês de uso a ser contado a partir da data da Nota Fiscal de Venda. A chapa danificada deverá retornar a UNIGEL PLÁSTICOS juntamente com a Nota Fiscal de Venda (original).

#### **4. Exclusões da Garantia:**

4.1. Danos causados por utilização ou manuseio inadequada das chapas:

4.1.1. Quebras por impacto no manuseio e na instalação;

4.1.2. Riscos decorrentes de atrito com outras superfícies e objetos;

4.1.3. Danos ocasionados intencionalmente à chapa adquirida;

4.1.4. Utilização de adesivos, tintas, produtos abrasivos, vernizes ou afins na superfície da chapa não recomendados pela UNIGEL PLÁSTICOS;

4.1.5. Utilização de materiais de limpeza contendo produtos químicos agressivos ao acrílico conforme documento DMAT-M-02 Manual Técnico - Chapas Cell Cast ACRIGEL®CT disponível na UNIGEL PLÁSTICOS.

4.1.6. A utilização das chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal é de total responsabilidade do comprador que deverá seguir as instruções de utilização e instalação fornecidas pela UNIGEL PLÁSTICOS no momento da data de venda das chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal, eximindo-se esta última de qualquer responsabilidade quanto a quaisquer danos ocorridos na instalação;

4.1.7. Caso o comprador terceirize as operações de usinagem das chapas esta garantia somente será válido se o comprador provar de forma inequívoca que os procedimentos operacionais estabelecidos pela UNIGEL PLÁSTICOS foram corretamente transmitidos por este aos responsáveis pelas operações.

4.2. Erros de projeto ou estruturais no local onde as chapas serão utilizadas.

4.3. Em quaisquer casos, a UNIGEL PLÁSTICOS não será responsabilizada por danos diretos ou indiretos que ocorrerem a partir da data de entrega dos produtos aos distribuidores, que passarão a ter total responsabilidade sobre tais produtos. Não se responsabiliza, portanto, por despesas provenientes de reinstalação e manuseio ou quaisquer outros custos, diretos e indiretos, ressalvando-se os casos previstos na cláusula 3 desta garantia.

4.4. Esta garantia se aplica somente a chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal, manuseadas, instaladas e limpas de acordo com as recomendações da UNIGEL PLÁSTICOS. É importante notar que as chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal são projetadas para resistir a condições climáticas, não apresentando proteção contra abrasão. Portanto, esta garantia não se aplica em casos de danos causados por abrasão à superfície da chapa. Esta garantia não cobre despesas provenientes de reinstalação e remanuseio ou quaisquer outros custos diretos e indiretos provenientes dos danos causados, e se refere única e exclusivamente às chapas Cell Cast ACRIGEL®CT Cristal eventualmente danificadas.

#### **5. QUEBRA:**

Esta garantia não se aplica a quebra causada por granizos. A garantia não se aplica em casos de danos por outros tipos de impacto, propositais ou não.

#### **6. DISPOSIÇÕES GERAIS:**

O usuário deve estar ciente que materiais utilizados para acabamentos estão sujeitos a deposições atmosféricas irreversíveis, portanto, a superfície das chapas é passível de danos. A manutenção e limpeza das chapas, se realizadas regularmente e de acordo com as recomendações da UNIGEL PLÁSTICOS, contribuem para a redução destes danos, porém não os elimina. Esta garantia não cobre danos por abrasão ou arranhões na superfície das chapas.

A UNIGEL PLÁSTICOS tem por obrigação expressa neste Termo à reposição de chapas danificadas, ou reembolso de seu valor total ou parcial, de acordo com os casos supra explanados, sempre por sua única e exclusiva opção. Em ambos os casos, a UNIGEL PLÁSTICOS não deverá ser responsabilizada por dano incidental, consequencial ou especial, e, sob nenhuma circunstância, responsabilizada por custos superiores ao valor total ou proporcional da chapa danificada.

Este termo foi emitido na data de 27/03/2009 pelo Departamento de Desenvolvimento de Mercado e Assistência Técnica da UNIGEL PLÁSTICOS.

A UNIGEL PLÁSTICOS reserva-se o direito de alterar os dados deste termo a qualquer momento; no entanto, um novo termo será prontamente editado e distribuído.



Rua Luis Feriani, 111 – Bairro Suisso  
São Bernardo do Campo – SP – Brasil  
CEP 09663-100

Tel: 55 11 4176-2770

Fax: 55 11 4176-2757

Home Page: [www.unigel.com.br](http://www.unigel.com.br)

As informações aqui contidas são dadas de boa fé e não devem ser consideradas como garantia do produto. Para maiores informações contatar a área de desenvolvimento de mercado e assistência técnica da Unigel Plásticos.

Acrigel® é uma marca registrada da Unigel Plásticos.

Última Revisão: Julho/2010.