



## **BOLETIM TÉCNICO**

### **POLICARBONATO COMPACTO**

# **BOLETIM TÉCNICO**

## **CHAPAS COMPACTAS DE POLICARBONATO**

### **ÍNDICE**

<b>1.....</b>	<b>Ficha Técnica</b>
<b>1.1.....</b>	<b>Propriedades Físicas Típicas</b>
<b>1.2.....</b>	<b>Propriedades Solares</b>
<b>1.3.....</b>	<b>Isolação Térmica</b>
<b>2.....</b>	<b>Manuseio e Limpeza</b>
<b>3.....</b>	<b>Processamento</b>
<b>3.1.....</b>	<b>Furação</b>
<b>3.2.....</b>	<b>Corte a Laser</b>
<b>3.3.....</b>	<b>Termo-moldagem</b>
<b>3.4.....</b>	<b>Curvatura a Frio</b>
<b>3.5.....</b>	<b>Colagem</b>
<b>4.....</b>	<b>Guia de Seleção de Espessura</b>

# 1 - Ficha Técnica

1.1 - Propriedades Físicas Típicas					
	Métodos de Teste			Valor	Unidade
	DIN	ASTM	ISO		
<b>Físicas</b>					
Densidade	53479	D792	R 1183	1,2	g/cm <sup>3</sup>
Absorção de Água em atmosfera padrão	53473	D570		0,15	%
Absorção de água em equilíbrio de água, 23°C	53495:A		62	0,35	%
Permeabilidade à água	53122			< 2,28	g/m <sup>2</sup>
Encolhimento	16901	D955		0,5 - 0,7	%
<b>Ópticas</b>					
Transmitância		D 1003		87 - 91	%
Haze		D 1003		0,7 - 1,5	%
Índice Refrativo (n <sub>D</sub> )	53491	D 542		1,586	
<b>Térmicas</b>					
Temperaturas de Distorção ao Calor					
Método B (0.45 Mpa), recozido	53461	D 648	75	145	°C
Método A (1.81 Mpa), recozido	53461	D 648	75	142	°C
Método A (1.81 Mpa), não recozido	53461	D 648	75	125	°C
Calor Específico		D 2766		1,25	kJ/kg.K
Condutividade Térmica	52612	C 177		0,2	W/m.K
Coeficiente de Expansão Térmica	53752	D 696		68	m/m.K x 10 exp(-6)
Ponto de Amolecimento Vicat (B/50)	53460			148	°C
<b>Taxas de Flamabilidade</b>					
Extensão Média de Queima		D 635		< 25	Mm
UL 94, 1,60 mm		UL 94		HB	
UL 94, 3,20 mm		UL 94		HB	
Índice de Oxigênio		D 2863		26	%
Teste de Fio Incandescente, 2 mm	VDE 0471 pt2		IEC 695-2-1	850	°C

## 1 Propriedades Físicas Típicas

	Método Teste		Valor	Unidade
	DIN/ ASTM	ISO		
<b>Elétricas</b>				
Resistência Dielétrica, 2 mm (em transformador de óleo)	VDE 0303 pt2	IEC 243	> 70	kV/mm
Resistividade Volumétrica	VDE 0303 pt3	IEC 93	10 exp (16)	Ω.cm
Fator Dissipação tan δ x 10exp(4), 50 Hz	VDE 0303 pt4	IEC 250	5,5	
Fator Dissipação tan δ x 10exp(4), 1 kHz	VDE 0303 pt4	IEC 250	9	
Fator Dissipação tan δ x 10exp(4), 300 kHz	VDE 0303 pt4	IEC 250	80	
Resistividade Superficial	VDE 0303 pt3	IEC 93	10 exp (15)	Ω
Permissividade Relativa, 50 Hz	VDE 0303 pt4	IEC 250	3	
Permissividade Relativa, 1kHz	VDE 0303 pt4	IEC 250	3	
Permissividade Relativa, 300 kHz	VDE 0303 pt4	IEC 250	3	
Tracking CTI, 2 mm	VDE 0303 pt1	IEC 112	250	V

## 1.1 Propriedades Físicas Típicas

	Métodos de Teste			Valor	Unidade
	DIN	ASTM	ISO		
<b>Mecânicas</b>					
Resistência a Tração, na elasticidade	53455	D 638	R 527	62	Mpa
Resistência a Tração, na ruptura	53455	D 638	R 527	72	Mpa
Elongação, na elasticidade	53455	D 638	R 527	7	%
Elongação, na ruptura	53455	D 638	R 527	150	%
Módulo de Elasticidade	53457	D 638	R 527	2300	Mpa
Força de Flexão	53452	D 790	178	97	Mpa
Módulo de Flexão	53452	D 790	178	2400	Mpa
Resistência a Compressão	53454	D 695	R 604	70	
Resistência ao Cisalhamento, na elasticidade		D 732		40	Mpa
Resistência ao Cisalhamento, na ruptura		D 732		60	Mpa
Resistência ao impacto, IZOD, 23°C, com entalhe, 3,20 mm		D 256	R 180	900	J/m
Resistência ao Impacto, IZOD, 23°C, sem entalhe, 3,20 mm		D 256	R 180	NB	J/m
Resistência ao Impacto, Charpy, 23°C	53453		179	NB	kJ/m <sup>2</sup>
Resistência ao Impacto, Charpy, -40°C	53453		179	NB	kJ/m <sup>2</sup>
Resistência ao Impacto Charpy, com entalhe, 23°C	53453		179	50	kJ/m <sup>2</sup>
Dureza superficial (H30)	53456		2039/2	110	N/m <sup>2</sup>
Dureza Rockwell, R		D 785		118	
Dureza Rockwell, M				72	
Impacto Dardo, 4,3 m/s, 3,20 mm				90	j
Resistência a Abrasão Taber (500 ciclos)		D 1044		45	Δ%Haze

## 1.2 - Propriedades Solares

BEPPC	Transmissão a Luz, LT (%)	Reflexão Solar, R (%)	Absorção Solar, A (%)	Transmissão Direta, DT (%)	Transmissão Solar Total, ST (%)	Coefficiente de Sombra, SC
BRONZE	54	8	42	50	61	0,71
CRISTAL	92	9	9	82	84	0,97
FUMÊ	38	38	22	39	45	0,52

### 1.3 - Isolação Térmica

Uma das vantagens da chapa de policarbonato é sua maior eficiência na prevenção da perda de calor do que os tradicionais materiais de “glazing”, quando comparados na mesma espessura.

O valor de U é usado para comparar as propriedades de isolamento de materiais. Ele mede a quantidade de calor que passa através do material por unidade de área para cada grau de diferença de temperatura, em todo o material. Portanto, quanto menor o valor U melhor o material irá isolar a transferência de calor dentro do edifício.

Material	Espessura (mm)	Valor U (W/m <sup>2</sup> K)
BEPPC	2,00	5,56
	3,00	5,41
	4,00	5,27
	5,00	5,13
	6,00	5,00
	8,00	4,76
	10,00	4,55
	12,00	4,35
Vidro Temperado	6,00	5,40

### 2 - Manuseio e Limpeza

A fim de manter a chapa de policarbonato em boas condições é recomendável que seja limpa periodicamente usando-se adequados agentes de limpeza, geralmente agentes de limpeza domésticos.

As instruções de limpeza recomendadas são as seguintes:

- Utilizar água morna para enxaguar a superfície da chapa a ser limpa;
- Usar uma solução de água morna e agente de limpeza normal ou sabão neutro para lavar a superfície da chapa;

- Uma esponja ou pano macio deve ser usado para remover delicadamente a sujeira e o encardido;
- Para áreas maiores, uma lavagem de pressão pode ser utilizada;
- Álcool etílico ou querosene podem ser usados com moderação para remover mancha de tintas e outras substâncias similares;
- O processo de limpeza deverá ser repetido e a chapa de policarbonato lavada com água limpa e secada com um pano macio.

As seguintes precauções devem ser observadas:

- Não esfregar a chapa de policarbonato com pincéis ou elementos afiados;
- Não usar rodos para secagem;
- Evite solventes, com exceção dos indicados, e evite produtos abrasivos;
- Evite produtos de limpeza com uma composição altamente alcalina;
- Evite limpar sob sol quente ou em altas temperaturas.

### 3 – Processamento

A chapa de policarbonato é fácil de ser cortada com o uso de equipamentos de corte convencionais. Ela pode ser trabalhada em fresadoras convencionais com ferramentas padrão de alta velocidade. Entalhes afetam, adversamente, as propriedades mecânicas da chapa de policarbonato e devem ser evitados.

Recomendação	Serra Circular	Serra de Fita	Fresadora
Ângulo	20° - 30°	20° - 30°	20° - 25°
Ângulo	15°	0 - 5°	1 - 5°
Velocidade de Corte	1800 - 2400 m/min	600 - 1000 m/min	100 - 500 m/min
Velocidade de Avanço	19 - 25 m/min	20 - 25 m/min	0,1 - 0,5 mm/rev
Espaçamento dos Dentes de Corte	2 - 5 mm	1,5 - 2,5 mm	-

### 3.1 - Furação

Qualquer furadeira de metal comercialmente disponível, sem a necessidade de nenhuma broca especial, é adequada para uso com a chapa de policarbonato, seguindo-se os seguintes parâmetros:

Parâmetros	Valor
Ângulo	5 - 8°
Ângulo	90 - 130°
Ângulo	Ca 30°
Ângulo	3 - 5°
Velocidade de Perfuração	0,1 - 0,5 mm/rpm
Velocidade	10 - 60 m/min

Os pontos a seguir devem ser observados quando da perfuração das chapas de policarbonato:

- Não use óleos de corte;
- Use uma broca nova que não tenha sido utilizada para a perfuração de outros materiais;
- A folha pode quebrar, como resultado de chanfrar;
- Fixação de tópicos deve ser usada somente se não houver alternativa;
- O furo deve ser de pelo menos 1,5 x diâmetro do furo a partir da borda da folha.
- O diâmetro do furo deve ser de 6 mm de diâmetro maior do que a haste de fixação para chapas com espessura de até 2m e deve-se adicionar 3 milímetros por metro de comprimento.

### 3.2 - Corte a Laser

A chapa de policarbonato pode ser cortada a laser, embora as circunstâncias exatas podem variar dependendo da configuração e setup do equipamento de corte utilizado. Para esta finalidade, algumas experiências para encontrar as condições operacionais corretas serão necessárias.

A borda de corte ficará um pouco áspera e descolorada. Ajustar a velocidade de corte pode minimizar a gravidade destes efeitos.

Chapas grossas podem resultar cortes ligeiramente oblíquos. A potência do laser deve ser entre 250 e 1000 watts.

O uso de um sistema de exaustão é necessário para remover os vapores de monóxido de carbono e outros gases de combustão formados durante o corte.

### **3.3 - Termo moldagem**

Os parâmetros de termo moldagem podem variar dependendo do equipamento a ser utilizado. Esta informação é apenas um conselho. Experimentação será normalmente necessária para obter os melhores resultados para cada configuração específica de termo moldagem.

A termo moldagem irá reduzir o desempenho de resistência às intempéries das chapas de policarbonato protegidas com aditivos UV (ultravioleta). Conseqüentemente, é essencial ter um tempo de aquecimento minimizado e bem controlado, bem como evitar um repuxo excessivo, devido ao aquecimento ou desenho do molde. Na prática, alguma experimentação é necessária para cada específica termo moldagem para se encontrar as melhores condições.

**O filme de proteção deve ser removido antes da pré-secagem, ou de qualquer processo de termo moldagem, caso contrário irá aderir fortemente à superfície da chapa de policarbonato.**

#### **Linha de dobra simples**

1. Para uma linha de dobra simples, a pré-secagem não é normalmente requerida;
2. Temperatura recomendada entre 155°C e 165°C;
3. A largura do material aquecido deve ser cerca de cinco vezes a espessura da chapa;
4. Chapa de policarbonato, com espessura de até 4,00 mm pode ser dobrada com aquecimento em um dos lados, apenas;

5. Acima de 4,00 mm de espessura, faz-se necessário aquecimento em ambos os lados da chapa;
6. Dobra com ângulos fechados e acentuados devem ser evitados. Use um raio de dobra, pelo menos, igual à espessura da chapa.

### 3.4 - Curvatura a Frio

As chapas de policarbonato podem ser curvadas a frio. O raio mínimo de curvatura a frio é igual a 150 vezes a espessura da chapa. Curvar chapas de policarbonato com um raio menor do que isto resulta em demasiada flambagem e alto nível de tensão residual que reduzem a resistência ao impacto e vida útil da chapa. Isto também irá torna-la mais propensa a ataques químicos.

Para a prática de um bom design é aconselhável limitar o raio mínimo a 175 vezes a espessura da chapa.

Chapas de policarbonato, com revestimento anti risco, não devem ser curvadas a frio com raio inferior a 1500 mm para todas as espessuras de chapas, incluindo as de 10 mm.

A tabela abaixo mostra o raio mínimo recomendado para várias espessuras:

Espessura da Chapa	Raio mínimo recomendado
2 mm	300 mm
3 mm	450 mm
4 mm	600 mm
5 mm	750 mm
6 mm	900 mm
8 mm	1200 mm
10 mm	1500 mm
12 mm	1800 mm

### 3.5 – Colagem

A chapa de policarbonato compacto pode ser colada com adesivos à base de epóxi, poliuretano, termoplástico ou silicone.

Solventes, como o cloreto de metileno, que proporcionam boa aderência podem causar trincas de tensão, razão pela qual não são recomendados.

## 4 – Guia de Seleção de Espessura

A tabela a seguir indica a espessura necessária para manter a deflexão da chapa em no máximo 50 mm.

Procedimento:

Selecione a carga;

Selecione a largura da chapa;

Selecione a distância do ponto de apoio.

A intersecção das linhas indicará a espessura recomendada da chapa de policarbonato para a carga desejada.

Exemplo:

Para uma carga máxima de 0.90 kN/m<sup>2</sup> agindo sobre um painel de largura de 1000 mm que está apoiado em um intervalo de 2000 mm, a espessura da chapa de policarbonato recomendada é de 8,0 mm.

Carga	0,60 kN/m <sup>2</sup>						0,75 kN/m <sup>2</sup>						0,90 kN/m <sup>2</sup>						1,05 kN/m <sup>2</sup>						1,20 kN/m <sup>2</sup>																			
	Largura (mm)						Largura (mm)						Largura (mm)						Largura (mm)						Largura (mm)																			
Ponto de Apoio (mm)	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	500	750	1000	1250	1500	1750	2000									
500	3	3	3	3	4	5	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	4	4	5	5	5	3	3	4	4	5	6	6	3	3	5	5	6	6	8									
750	3	3	3	3	5	5	6	3	3	3	3	5	6	6	3	3	4	4	6	6	8	3	3	4	4	6	8	8	3	5	5	6	8	8	8									
1000	3	3	3	4	5	5	6	3	3	3	3	5	6	8	4	4	4	5	6	8	8	4	4	4	4	6	8	8	5	5	5	6	8	8	10									
1250	3	3	4	4	5	5	6	3	3	3	4	5	6	8	4	4	5	5	6	8	8	4	4	4	5	6	8	8	5	6	6	6	8	8	10									
1500	4	5	5	5	5	6	8	5	5	5	5	6	8	10	5	6	6	6	8	8	10	5	6	6	6	8	10	10	6	8	8	8	8	10	12									
1750	5	5	5	5	6	8	10	5	6	6	6	8	8	10	5	6	8	8	8	10	12	6	8	8	8	10	12	6	8	8	8	10	12	6	8	8	8	10	12					
2000	5	6	6	6	8	10	12	5	6	8	8	10	10	12	5	8	8	8	10	12	6	8	8	8	10	12	6	8	8	8	10	12	6	8	10	10	12							
2250	5	6	8	8	8	10	12	5	8	8	8	10	12	6	8	8	10	12	8	8	10	10	12	8	8	10	10	12	10	10	10	10												
2500	5	6	8	8	10	12	5	10	10	10	12	6	8	10	10	12	8	8	10	10	12	8	8	10	10	12	10	10	10	12														
2750	5	8	8	8	10	5	10	10	10	12	6	10	10	10	8	8	10	12	8	8	10	12	10	10	10	12																		
3000	5	8	8	10	12	5	10	10	10	12	6	10	10	12	8	8	10	12	8	8	10	12	10	10	12	12																		
3250	5	8	8	10	12	5	10	10	10	6	10	10	12	8	8	12	12	10	10	12	10	10	12																					
3500	5	8	10	10	12	5	10	10	12	6	10	10	12	8	8	12	12	10	10	12	10	10	12																					
3750	5	8	10	10	5	10	10	12	6	10	10	12	8	10	12	10	10	12	10	10	12																							
4000	5	8	10	10	5	10	10	12	6	10	10	12	8	10	12	10	10	12	10	10	12																							
Continuo	5	8	10	12	6	8	12	6	10	12	6	10	12	8	10	12	8	10	12	8	10	12																						

Todos os devidos cuidados foram tomados na compilação das informações aqui contidas. As recomendações sobre o uso dos produtos são feitas sem garantia quanto as condições de uso e fogem ao controle da Bérkel. Cabe ao cliente assegurar-se de que o produto atenda ao fim a que se destina e que as condições de seu uso na pratica sejam adequadas.

---

**As informações desta publicação são confiáveis e emitidas de boa-fé. Porém não foram elaboradas como uma garantia, a qual não assumimos responsabilidade legal. Os usuários deverão realizar testes suficientes para determinar a conveniência das mesmas para seus propósitos particulares.**

---