

## Resistência ao calor

O ARPRO é um material muito versátil com uma vasta gama de aplicações (automóvel, construção, HVAC, mobiliário, brinquedos...), onde é necessária uma resistência específica ao calor.

Apresenta-se abaixo o conjunto de informações técnicas que abrangem o “desempenho térmico”:

1. [Durabilidade expectável de ARPRO – degradação estética](#)
2. [Durabilidade expectável de ARPRO – degradação do desempenho](#)
3. [Alteração das propriedades mecânicas por envelhecimento](#)
4. [Alteração das propriedades mecânicas por utilização](#)
5. [Alteração das dimensões da peça moldada por envelhecimento](#)

**Nota:** Não hesite em [contactar](#) o seu representante da JSP caso tenha dúvidas sobre os dados apresentados ou sobre qualquer aspecto do desempenho do ARPRO.

## 1. Durabilidade expectável de ARPRO – degradação estética

A “durabilidade expectável” do ARPRO está associada à temperatura absoluta, à duração da temperatura aplicada continuamente e à densidade moldada da aplicação. Esta ficha técnica fornece uma indicação sobre o comportamento do ARPRO sob o efeito de temperaturas aplicadas continuamente. Os pontos nos gráficos mostram onde é que aparecem os primeiros sinais de degradação (várias temperaturas, sem qualquer tensão na peça).

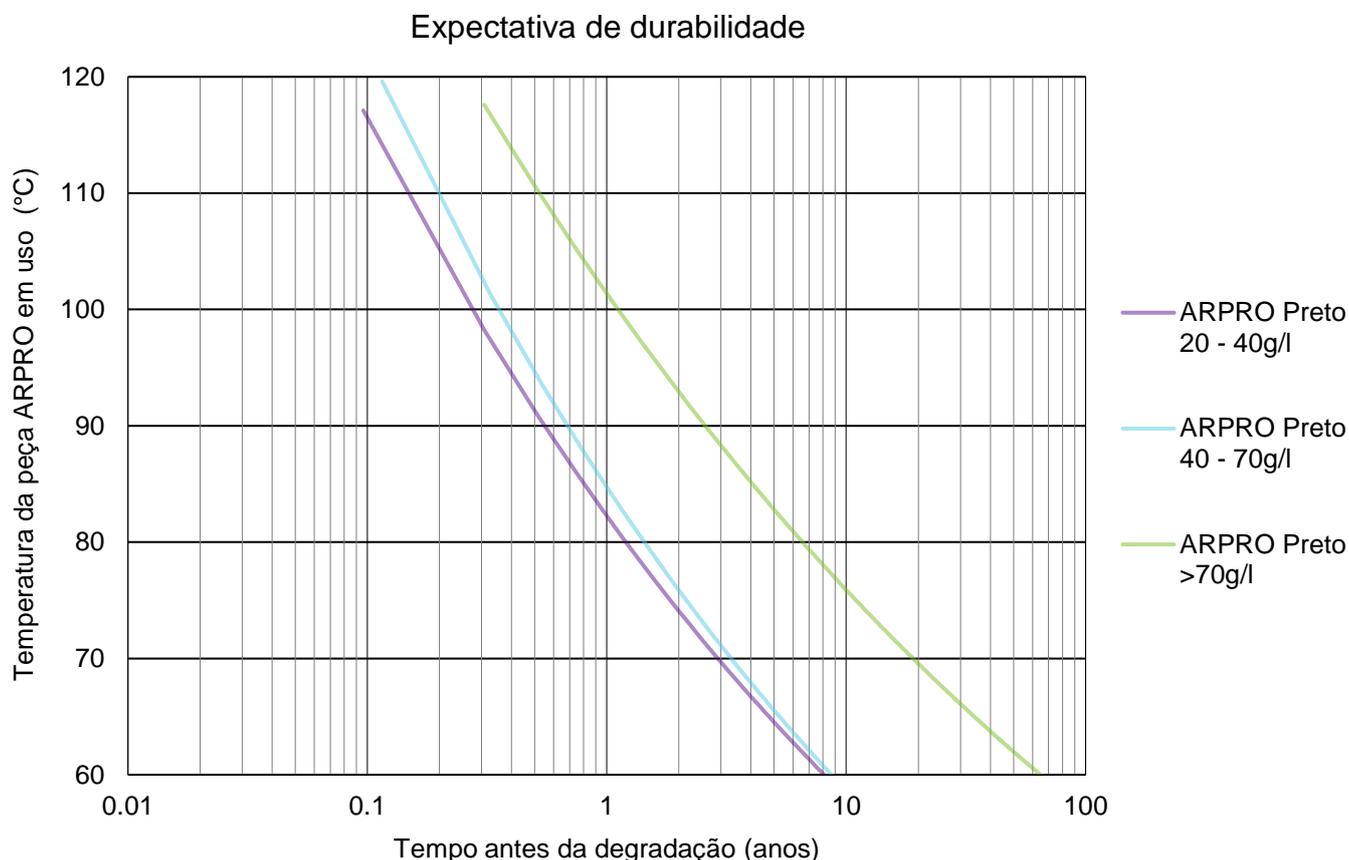
**Método de ensaio:** As peças moldadas de ARPRO são expostas numa estufa de secagem a temperaturas variáveis entre 85°C e 120°C. A recolha de dados é interrompida ao primeiro sinal de qualquer degradação (por exemplo, pulverização).

**Densidades testadas:** ARPRO Preto entre 20g/l e 100g/l

**Crítérios:** Os primeiros sinais de degradação (pulverização) constituem um dado para o cálculo da durabilidade à temperatura considerada. Normalmente, os primeiros sinais de degradação aparecem nos cantos e nas arestas da peça moldada (ver imagem). Quando os sinais de degradação surgem, as peças ARPRO são retiradas da estufa de secagem. Enquanto a pulverização não ocorrer, não há redução das propriedades físicas.



O gráfico abaixo mostra a duração esperada antes de se manifestarem os primeiros sinais de degradação a várias temperaturas, sem qualquer desgaste na peça.



Para utilizar as curvas, é necessário conhecer a durabilidade mínima esperada ou a temperatura média de utilização. A título de exemplo, se a aplicação exigir uma durabilidade de 10 anos, então é possível utilizar ARPRO se a temperatura de funcionamento contínuo for igual ou inferior a 60°C. Se a aplicação estiver exposta a um perfil de temperatura (com vários ciclos térmicos ou diferenças térmicas entre inverno e verão), deve ser utilizada a temperatura média como referência para obter a durabilidade esperada.

### Notas:

Há alguns fatores aceleradores que podem reduzir a durabilidade:

- Exposição a UV
- O contacto direto com peças de cobre, dependendo da temperatura de utilização. O efeito do cobre na degradação de ARPRO é 3 a 6 vezes mais rápido a temperaturas superiores a 100°C mas quase insignificante a temperaturas inferiores a 80°C. Para evitar o contacto entre ARPRO e cobre, é possível aplicar as seguintes soluções:
  - Camada de ar
  - Colocar outro material como camada protetora (por exemplo, folha de alumínio)
  - Pintar o cobre com uma tinta epoxídica

## 2. Durabilidade expectável de ARPRO – degradação do desempenho

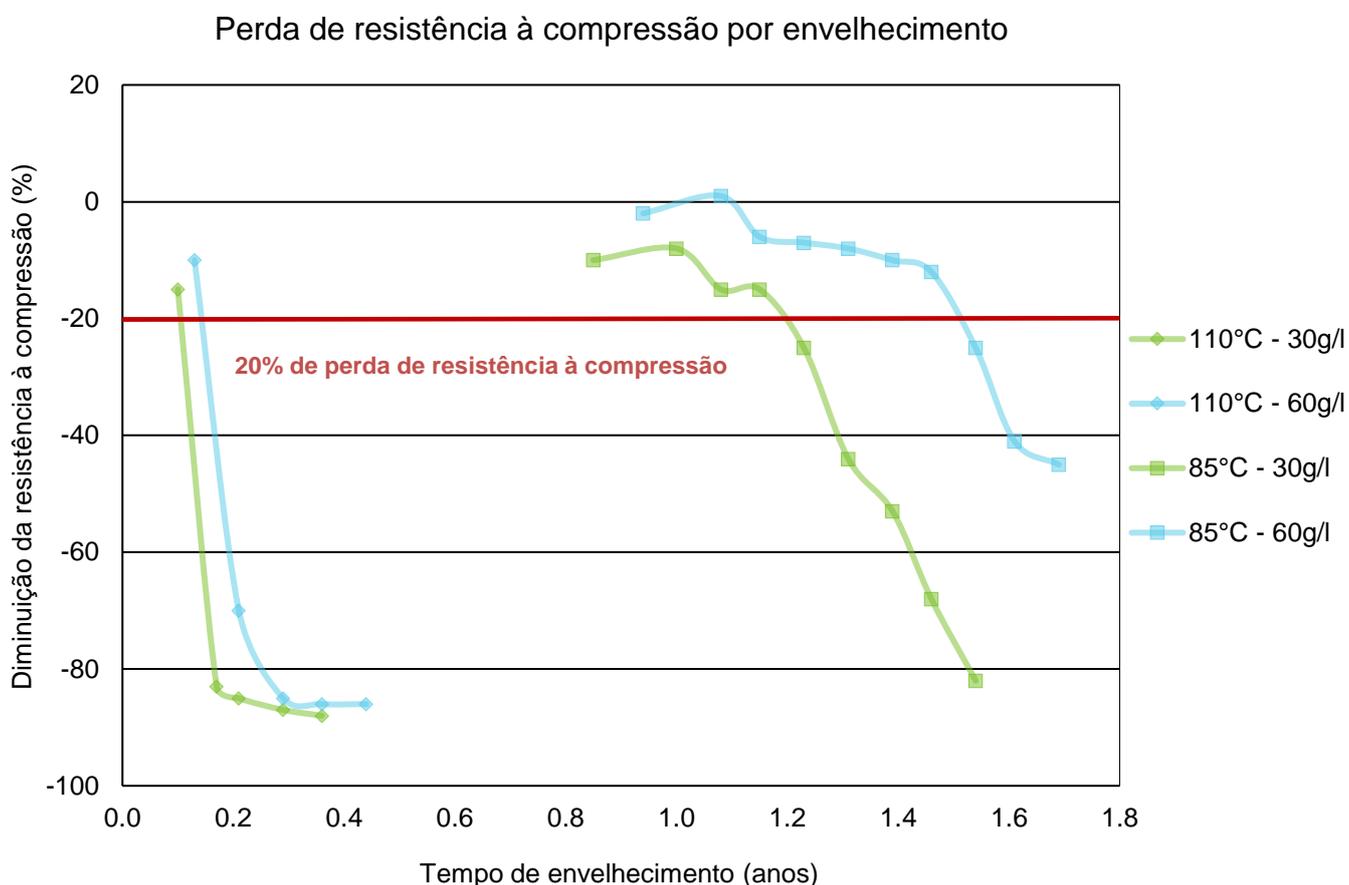
O pó nem sempre é o "critério de falha" correto, dependendo da aplicação (visível ou não), pois as propriedades mecânicas ainda não são afetadas na primeira ocorrência.

A perda de resistência à compressão depende do tempo e da temperatura (o ponto inicial de cada curva vem do gráfico "Expectativa de durabilidade").

A temperaturas mais baixas, a degradação é muito menor do que a temperaturas mais elevadas.

**Densidades testadas:** ARPRO Preto a 30g/l e 60g/l

**Método de ensaio:** As peças moldadas ARPRO são expostas numa estufa de secagem a temperaturas de 85°C e 110°C. Assim que surge o primeiro sinal de degradação estética (ver secção 1), a resistência à compressão das peças moldadas ARPRO é controlada regularmente. Habitualmente, considera-se que o desempenho das peças moldadas ARPRO está comprometido quando a perda de resistência à compressão é superior a 20%.



**Explicação dos resultados do ensaio:** A uma temperatura constante de 110°C, ARPRO a 30g/l e 60g/l começa a degradar-se e perde desempenho ao fim de dois meses. A uma temperatura constante de 85°C, ARPRO a 30g/l perde 20% da resistência à compressão inicial ao fim de 15 meses. Para ARPRO a 60g/l, isto ocorre ao fim de 18 meses.

### 3. Alteração das propriedades mecânicas por envelhecimento

A exposição ao calor amolece o ARPRO durante a utilização e pode modificar as propriedades mecânicas devido ao processo de envelhecimento. Os dados abaixo sintetizam as propriedades do ARPRO após o envelhecimento.

**Método de ensaio:** As propriedades mecânicas (resistência à compressão e resistência à tração) são medidas antes e após o envelhecimento. As amostras são cortadas de blocos de 400 x 300 x 80mm e envelhecidas a 110°C durante 10 dias ou a 130°C durante 5 dias segundo a ISO 2440.

**Densidade testada:** ARPRO Preto a 60g/l

Teste	Método	Unidad	Resultado	Resultado
Envelhecimento térmico	ISO 2440		110°C - 10 dias	130°C - 5 dias
Resistência à tração				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura ambiente inicial</li> </ul>	ISO 1798	kPa	930	930
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração após envelhecimento térmico</li> </ul>		%	até 15*	até 15*
Alongamento sob tração				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura ambiente inicial</li> </ul>	ISO 1798	%	25	25
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração após envelhecimento térmico</li> </ul>		%	até 15*	até 30*
Resistência à compressão 25% de deformação				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura ambiente inicial</li> </ul>	ISO 844	kPa	340	340
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração após envelhecimento térmico</li> </ul>		%	até 5*	até 10*

\* Parte da variação da propriedade deve-se à variação do ensaio. Os resultados do ensaio da tração, sobretudo alongamento, são muito mais variáveis do que os resultados da compressão. Outra fonte de variação é a densificação das amostras devido à ligeira contração durante o envelhecimento.

**Nota:** Assim que a temperatura regressa ao valor ambiente, o mecanismo de envelhecimento é interrompido.

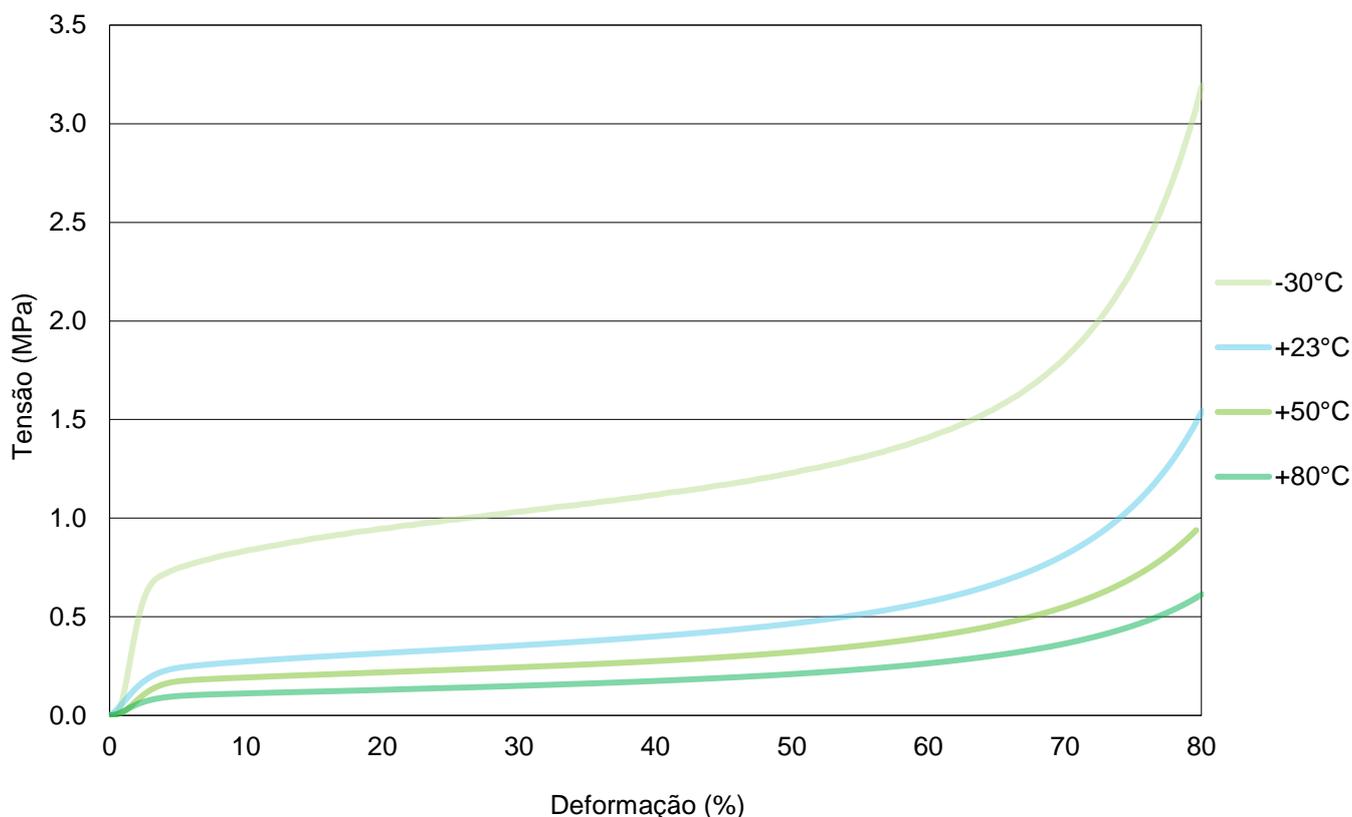
## 4. Alteração das propriedades mecânicas por utilização

Os dados abaixo sintetizam o desempenho do ARPRO a diferentes temperaturas.

**Método de ensaio:** Compressão segundo a ISO 844 (com uma velocidade de compressão de 5mm/min)

**Densidade testada:** ARPRO Preto a 60g/l

Propriedades de compressão - ISO 844



**Explicação do resultado do ensaio:** quando o ARPRO é sujeito a calor, o material amolece; permanecerá alguma resistência residual, mesmo a temperaturas elevadas. O comportamento termoplástico geral mantém-se estável seja qual for a temperatura ensaiada, mesmo abaixo da transição vítrea (cerca de -20°C).

**Nota:** Assim que a temperatura regressa ao valor ambiente, as propriedades mecânicas do ARPRO regressam também às do nível ambiental.

## 5. Alteração das dimensões da peça moldada por envelhecimento

As dimensões das peças moldadas podem ser afetadas pelo calor. Os dados abaixo ilustram este efeito.

As temperaturas frias têm menor impacto nas dimensões; as variações maiores ocorrem com temperaturas elevadas. O efeito é uma ligeira contração da peça, dependendo da temperatura aplicada, da duração do envelhecimento e da densidade ensaiada. Para as temperaturas e densidades indicadas abaixo, observa-se uma ligeira densificação, de 1g/l a 5g/l.

### Método de ensaio: ISO 2796

Três amostras de ARPRO, com dimensões de 100 x 100 x 25mm são aquecidas numa estufa com ar seco e envelhecidas a 110°C durante 10 dias ou a 130°C durante 5 dias. A temperatura é regulada dentro de  $\pm 2^\circ\text{C}$ . As dimensões são medidas antes e depois do processo de envelhecimento, em 3 pontos diferentes em todas as direção. Os valores apresentados nesta ficha técnica são a média das variações de comprimento, largura e espessura. O resultado do ensaio descreve a variação máxima das dimensões expressa em %.

**Densidades testadas:** ARPRO Preto a 30g/l, 60g/l, 80g/l e 105g/l

Densidade ARPRO moldado (g/l)	Alteração dimensional linear (%)	
	Envelhecimento a 110°C durante 10 dias	Envelhecimento a 130°C durante 5 dias
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

**Nota:** Este efeito pode ser parcialmente aumentado ou diminuído pela variação dos parâmetros do processo durante a moldagem (especialmente a pressão de vapor durante a moldagem e pós-tratamento).

Se precisar de mais informações, entre em [contacto](#) com o representante da JSP.