

- Medição de Tensão Residual (Permanente) em Vidros Planos e Curvos
- Utilizando o Equipamento GASP (Grazing Angle Surface Polarimeter)

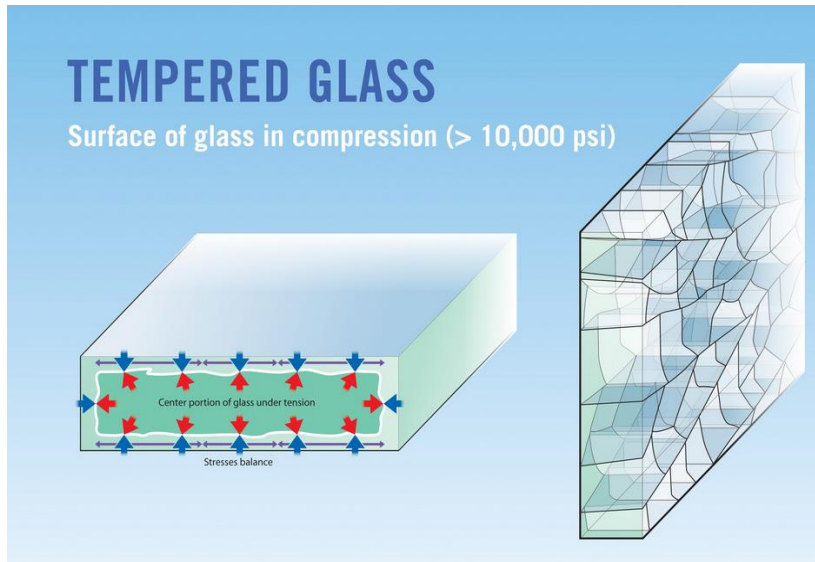
Humberto Lêdo
Vendas Técnicas

Tek Brasil

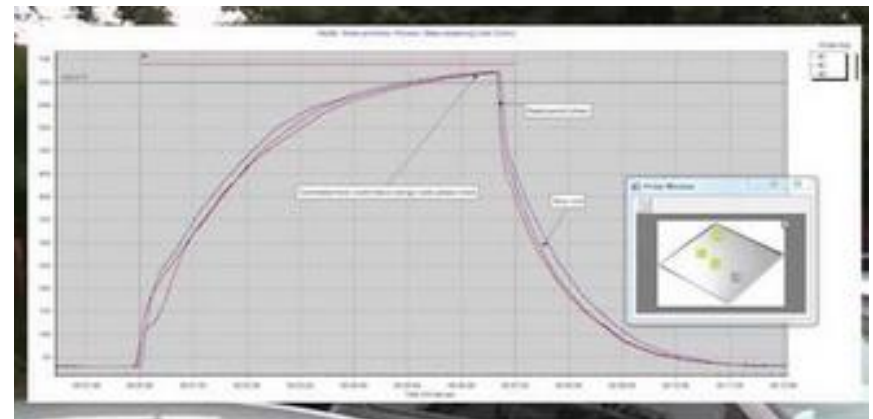
- A TekBrasil representa fabricantes internacionais de equipamentos para medir tensões residuais em vidros e plásticos, tanto quanto, sistemas para traçar os perfis térmicos dos mesmos.

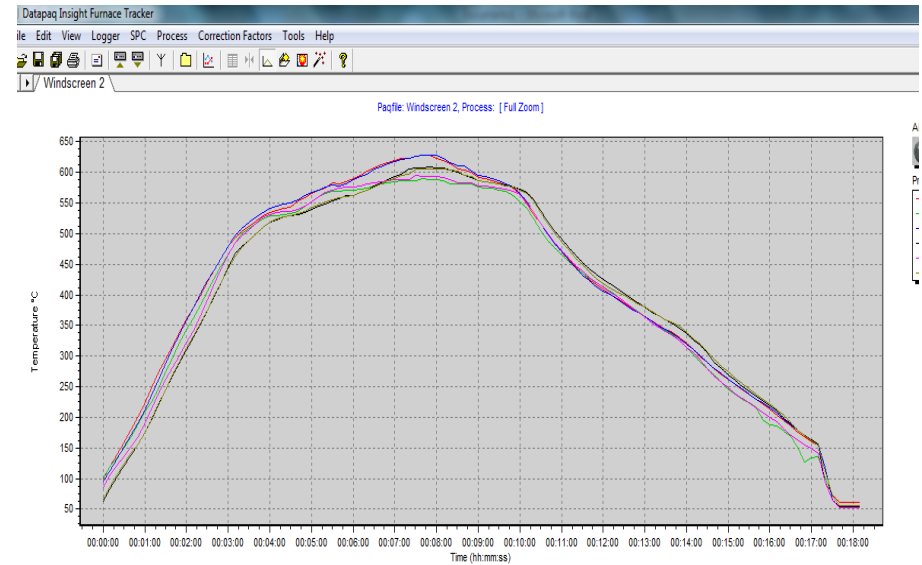
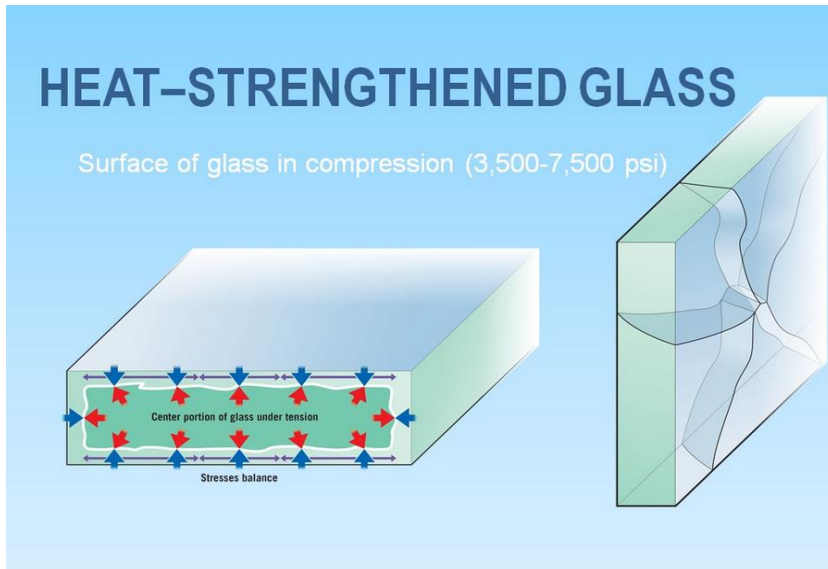
Onde são originadas as tensões residuais /permanentes?

As tensões residuais/permanentes são originárias do processo de tratamento térmico a que foi submetido o vidro.



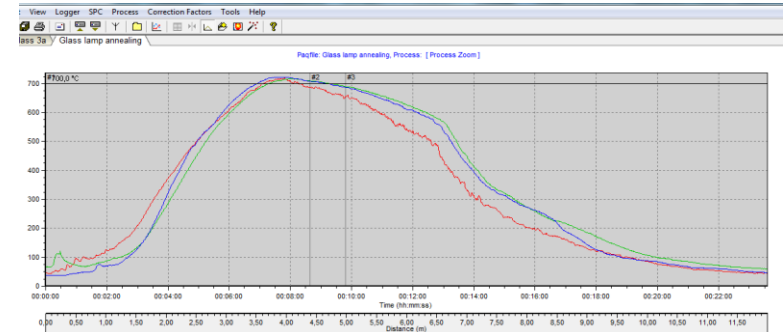
Têmpera – o vidro é aquecido a cerca de 650C e resfriado rapidamente. Esta condição define tensões superficiais de compressão de no mínimo 10.000 psi (69MPa) e tensões de borda da ordem de 9.700 psi (67MPa);





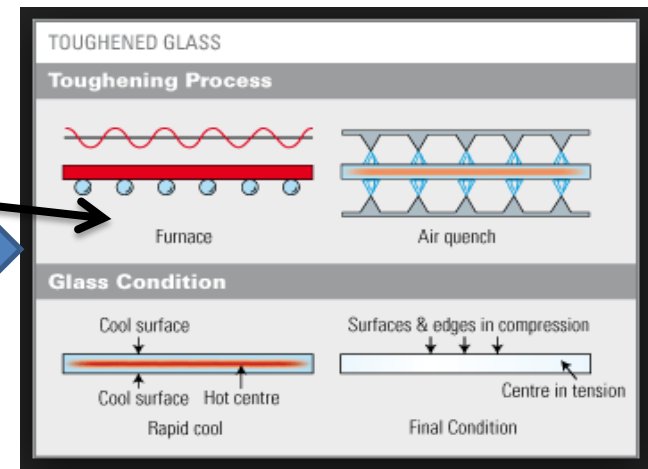
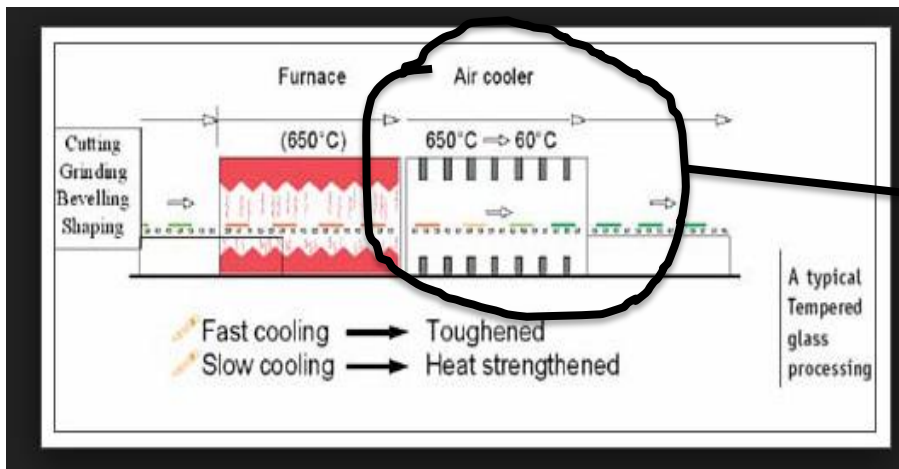
Semi Temperado (HS) - o vidro é aquecido a cerca de 650C e resfriado lentamente. Neste caso as tensões de compressão superficial são definidas entre 3.500 a 7.500 psi (24 a 52 Mpa) e tensões de borda de cerca de 5500psi;

Recozimento – onde o vidro apresenta uma distribuição uniforme de tensões;

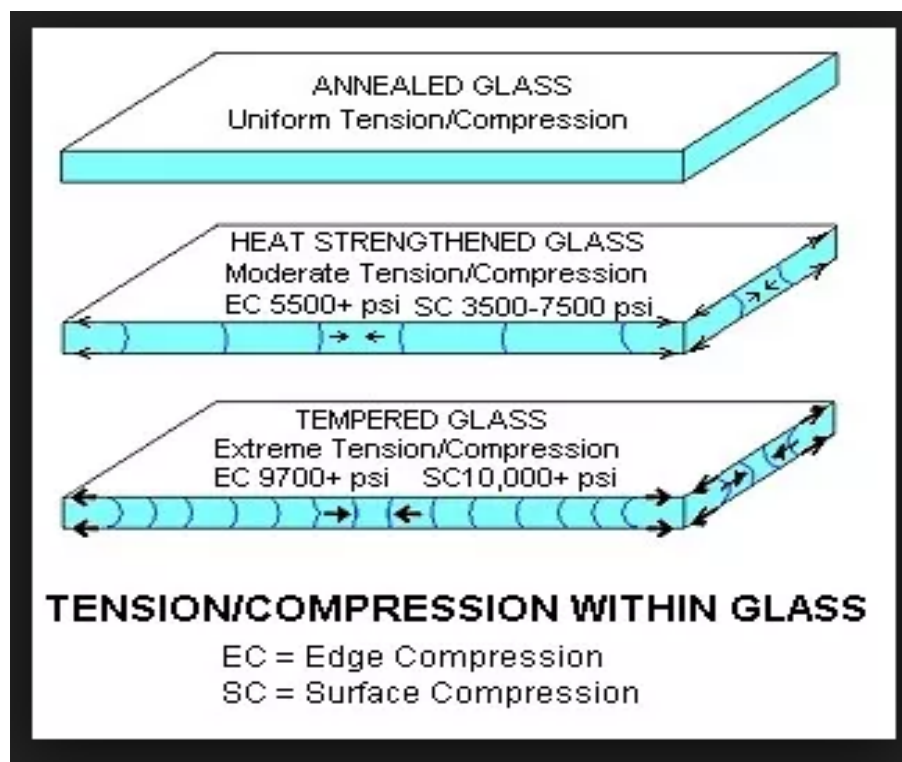


Lay-out do forno de Têmpera

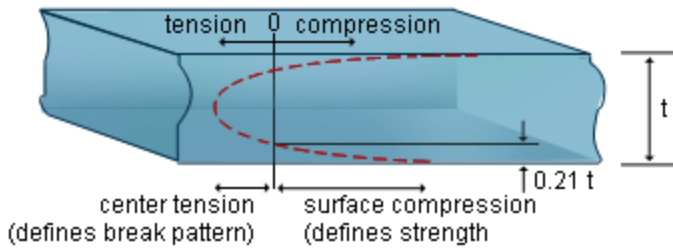
Detalhe da zona de resfriamento



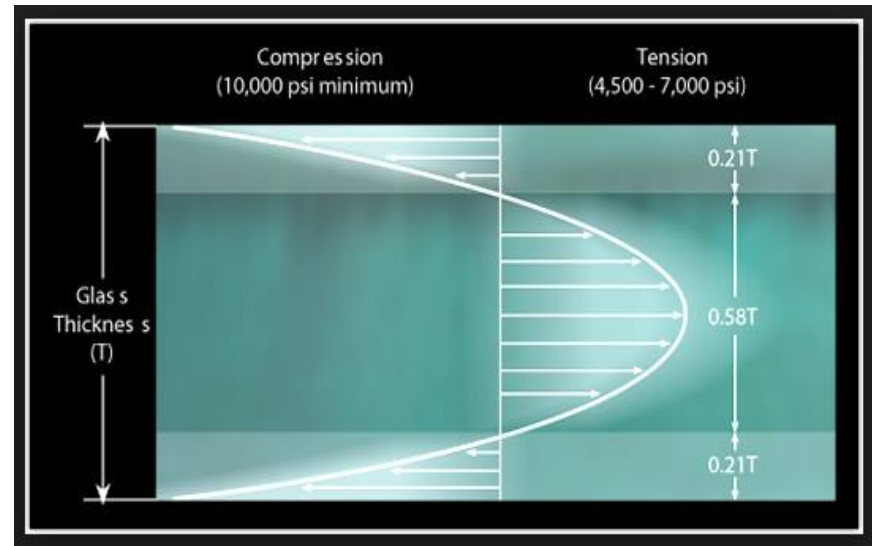
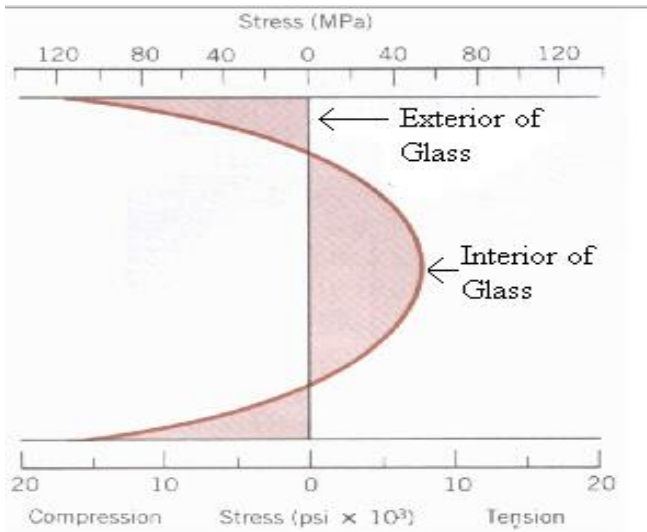
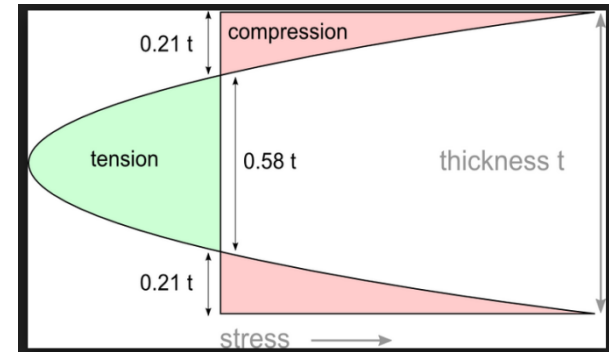
Modelo de distribuição de tensões Recozimento, Semi Tempera e Tempera



Modelo de distribuição de tensões na espessura do vidro



parabolic internal stress profile



Como medir a tensão residual ou Permanente no Vidro?

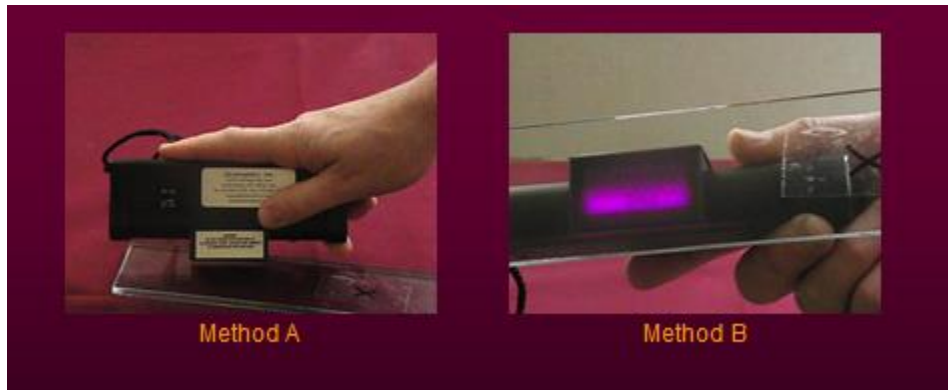
A forma indica e mais simples de medir a tensão superficial de compressão é utilizando o aparelho GASP.



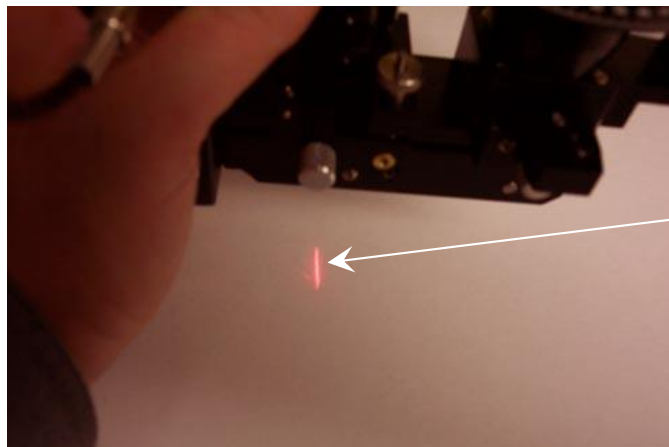
Fabricado pela Strainoptics, trata-se de um aparelho que utiliza luz laser para indicar o ângulo da tensão superficial de compressão. A medida é feita através do princípio da fotoelasticidade exibida pelos materiais sólidos.

- Consiste na propriedade exibida por alguns materiais sólidos transparentes que ao submetidos a cargas externas tornam-se duplamente refratáveis ou birefringentes;
- A luz polarizada ao transmitir-se pelos meios sólidos tensionados é retardada e este valor de retardo é usado para medir a tensão residual presente no sólido;

Princípio de Funcionamento do GASP



Antes de começar a medição, identificar o lado da camada de estanho pois, somente será possível efetuar a leitura nesta superfície.



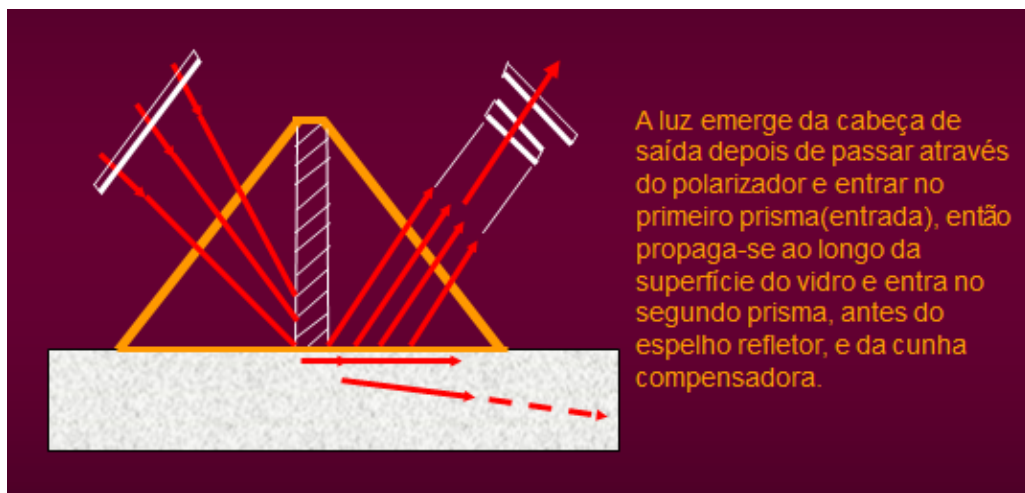
Reflection of
Laser Light

Ao identificar o lado estanhado terá facilmente a visualização da parte da luz refletida;

Princípio de Funcionamento do GASP

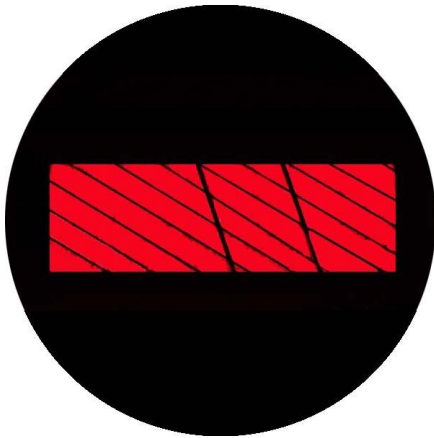


A Luz laser que incide sobre a superfície divide-se em luz transmitida através do sólido e refletida a partir da superfície e do interior do mesmo.



A parte da luz transmitida e refletida do interior do sólido, gerará os padrões de interferência que serão utilizados para medir o ângulo da tensão superficial que relaciona o valor da tensão residual em PSI ou MegaPascal.

Padrão de interferência da luz e ângulo de medição

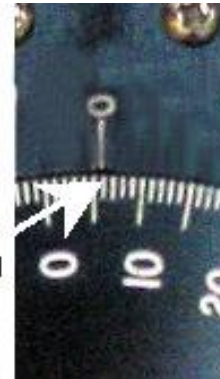


Padrão de interferência mostrando o reticulado do aparelho as franjas em vermelho e preto;



Dial do aparelho para ajuste do ângulo da tensão superficial dentro do sólido

Read rotation angle from protractor dial



Ajuste fino para melhor posicionar o reticulado do aparelho



Medição finalizada e pronta para inserir na tabela de ângulos

Tabela de conversão de valores de ângulos em tensão residual MPa, psi, ou Kgf/cm²

**STANDARD WEDGE USED IN GASP OR LASER GASP
WEDGE FACTOR = 1.00
XXX DATE XX/XX/XX**

Caution: This table is NOT valid if wedge is installed in GASP-CS model.

angle θ	Stress psi	Stress kgf/cm ²	Stress MPa	angle θ	Stress psi	Stress kgf/cm ²	Stress MPa
1	107	8	0.73	39	4944	348	34.09
2	213	15	1.47	40	5123	361	35.32
3	320	23	2.21	41	5307	374	36.59
4	427	30	2.94	42	5497	387	37.90
5	534	38	3.68	43	5693	401	39.25
6	642	45	4.42	44	5896	415	40.65
7	750	53	5.17	45	6105	430	42.09
8	858	60	5.92	46	6322	445	43.59
9	967	68	6.67	47	6547	461	45.14
10	1076	76	7.42	48	6780	477	46.75
11	1187	84	8.18	49	7023	495	48.42
12	1298	91	8.95	50	7276	512	50.17
13	1409	99	9.72	51	7539	531	51.98
14	1522	107	10.50	52	7814	550	53.88
15	1636	115	11.28	53	8102	571	55.86
16	1751	123	12.07	54	8403	592	57.94
17	1866	131	12.87	55	8719	614	60.12
18	1984	140	13.68	56	9051	637	62.41
19	2102	148	14.49	57	9401	662	64.82
20	2222	156	15.32	58	9770	688	67.36

Muito obrigado pela presença e atenção.