

A um clique da tecnologia! Vidros sensíveis ao toque (*touchscreen*)

Introdução

Pode-se afirmar que o vidro foi descoberto a partir de uma fogueira feita na areia de uma praia por mercadores fenícios, há aproximadamente 7 mil anos, com a junção de fogo, areia e nitrato de sódio (NaNO_3)¹. Outra fonte menciona que é oriundo de uma composição entre dióxido de silício (SiO_2), barrilha (Na_2CO_3) e calcário (CaCO_3), sendo necessário o processo de aquecimento em um forno de alta temperatura, geralmente, aproximando-se de 1500°C , tornando-a vitrificável ao resfriar².

O vidro se encontra em um estado fora do equilíbrio da matéria e não é cristalino. Aparenta ser sólido, porém, classifica-se como um líquido super-resfriado o qual está em constante relaxamento em direção ao estado líquido e numa escala de tempo maior, em direção à cristalização (por exemplo, após cerca de 10^{32} anos).^a

Em virtude da grande ascensão tecnológica, tornou-se viável a produção de diversos tipos de vidros, como temperados, blindados, coloridos, laminados, entre outros.³

É notória a real importância do vidro no momento atual, devido à constante utilização em aparelhos eletrônicos, dispositivos de segurança, relógios digitais e outros. E uma evolução impressionante foi a tecnologia do *touchscreen*, tela sensível ao toque, que possui a capacidade de detectar o movimento dos dedos. Recentemente essas telas também possuem reconhecimento facial, ampliando cada vez mais a conexão entre o mundo virtual e o real⁴.

Sabendo-se da sua complexidade, existem vários tipos diferentes de telas como as resistivas, as capacitivas e as de onda acústica superficial. As telas resistivas são compostas por 3 finas camadas, sendo uma resistiva, uma de vidro normal e a outra de metal condutor, a qual utiliza corrente elétrica para criar comandos que funcionam através da alteração do campo elétrico no ponto que ocorre o toque entre as telas, ocasionado pelo espaçamento que há entre a camada resistiva e condutora. As telas capacitivas possuem uma camada eletricamente carregada, localizada sobre uma tela display e, quando tocada, emite um choque elétrico de intensidade imperceptível. Essa modalidade apresenta uma vantagem em relação à anterior, possibilitando uma imagem mais luminosa no monitor⁴. Outro sistema de *touchscreen* é o de onda acústica superficial, o qual possui eficiência na clareza de sua imagem, sendo mais claro que os sistemas anteriores⁵. De modo geral, as telas *touchscreen* são fundamentadas em modelos de monitores LCD ou CRT, apresentando uma tela de vidro com revestimento resistivo, uma camada de material polimérico sobre a tela, também possuindo alguns espaçadores, além de possuir uma camada condutiva e um revestimento durável na parte externa, onde se estabelece o contato físico com a tela, possibilitando a realização de diversos comandos.⁶

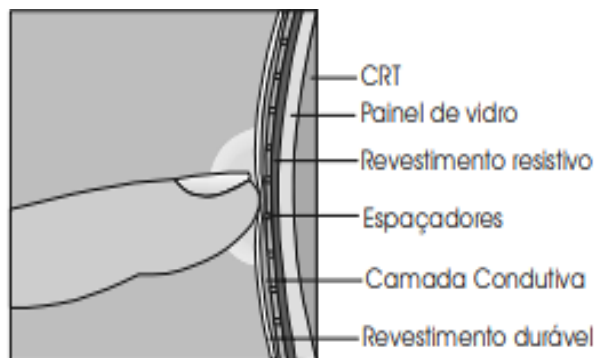


Figura 1: Composição das telas *touchscreen*.⁶

No início da invenção do *touchscreen* somente um toque por vez era captado, porém ao passar dos anos, vários estudos foram desenvolvidos a fim de tornar o display multifunções, ou seja, com a possibilidade de realizar mais de um comando por vez, como, por exemplo, ao dar *zoom* em fotos. E isso se repete nos *iphones*, *smartphones*, tablets modernos, mesas interativas, quiosques multimídias e *mupis* digitais.⁷

Juntando tudo isso à nanotecnologia, ou seja, ao manejo em escala nanoscópica, que ordena, direciona e cria comandos para os átomos, moléculas e elétrons, o vidro se torna hoje um dos materiais mais estudados e avançados tecnologicamente, que vem revolucionando o mundo.⁸

^a MANZANI, D. Palestra sobre Vidros. Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2023.

Experimento, resultados e discussão

A fabricação de um vidro comum demanda a utilização de variadas substâncias, e uma composição possível pode ser óxido de silício (SiO_2), ou areia, óxido de cálcio (CaO), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e alumina (Al_2O_3). Todos esses componentes são usados para atribuir características singulares ao vidro. O SiO_2 , ou sílica, é considerado um formador de estrutura vítrea; o CaO é utilizado para impedir a cristalização da sílica; o Na_2CO_3 é usado para eliminar todas as bolhas presentes no processo da fabricação do vidro e contribui, inclusive, para a fusão da sílica; e para aumentar a resistência a choques mecânicos utiliza-se a alumina.⁹

O vidro utilizado no *touchscreen* é do tipo comum, apesar do nome fazer parecer um vidro altamente complexo. Ele só precisa ser mais fino e resistente. Logo, passa pelo mesmo processo de fabricação. Os componentes desse vidro podem ser 72% de sílica (SiO_2), 14% de carbonato de sódio (Na_2CO_3), 9% de óxido de cálcio (CaO), 4% de óxido de magnésio (MgO), 0,7% de alumina (Al_2O_3) e o restante de potássio, o qual possui uma quantidade mínima de 0,3%.¹

No intuito de mostrar o processo de formação de um vidro, um experimento foi realizado em laboratório para a confecção de um vidro comum e para isso uma mistura em pó de óxido de zinco (ZnO), fosfito de sódio (Na_3PO_3) e óxido de sódio (Na_2O) foi adicionada a um cadinho de platina e este colocado num forno à temperatura de 1035°C . Após 10 minutos e completa fusão, retirou-se o cadinho do forno e o líquido foi vertido rapidamente em uma placa metálica redonda à temperatura ambiente para a retirada do calor do líquido e, posteriormente, prensado por um metal para a conformação do vidro, conforme figuras 2, 3 e 4. O vidro necessita passar por esse processo para atingir a temperatura de transição vítrea (T_g), que é a condição para se tornar um vidro.^a



Figura 2: Forno utilizado para o aquecimento da mistura vítrea.



Figura 3: Vertimento da mistura vítrea derretida em placa metálica para a formação de vidro.



Figura 4: Formação do vidro após resfriamento rápido e prensaagem.

A temperatura de transição vítrea (T_g) é o aspecto fundamental para a confecção dos vidros. O vidro precisa, inicialmente, sair do estado líquido em equilíbrio e por variação da temperatura mudar para o estado de líquido super-resfriado, até atingir a T_g , onde é o ponto crucial para a diferenciação entre vidro e cristal (Figura 5). Quando este líquido é cristalizado as moléculas ficam ordenadas e quando se torna vidro ficam desordenadas, isto é, fora do equilíbrio. O vidro possui um estado de maior energia que o cristal. Portanto, termodinamicamente, é mais fácil formar um cristal. Seria o processo espontâneo. Mas para a formação de vidro é preciso resfriar o líquido de forma rápida o suficiente para justamente evitar a formação do cristal. A diferença do arranjo espacial entre um cristal e um não-cristal, este último denominado muitas vezes de amorfo, está representada na Figura 6.^a

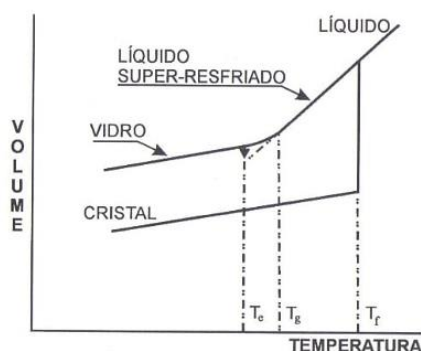


Figura 5: Gráfico que evidencia a temperatura de transição vítrea (T_g) e região de formação do vidro.¹⁰

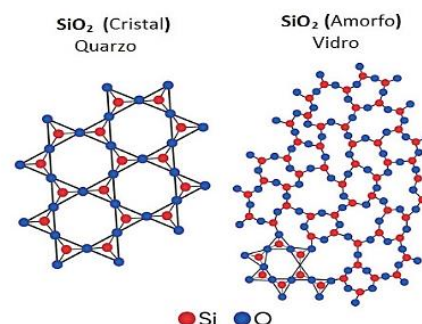


Figura 6: Diferença de um cristal e de uma substância não-cristalina.¹¹

^a MANZANI, D. Palestra sobre Vidros. Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2023.

Os vidros apresentam características semelhantes aos sólidos, mas na verdade são líquidos. Como características de líquidos, suas propriedades não variam com a direção (isotropia), seu arranjo atômico é aleatório ou não-cristalino e apresenta fluidez (viscosidade). Já como características de sólidos, possui aparência de sólido, densidade de sólido, propriedades mecânicas de sólido, por ser frágil, quebradiço e duro (como pôde ser observado no experimento, conforme Figura 4), e propriedades térmicas de sólido, por precisar de elevada temperatura para fundir, por exemplo.^a

Neste sentido, seria difícil imaginar que pudessem ser flexíveis e muito finos e que também conduzissem a eletricidade. Porém, tecnologias recentes têm mostrado que isso é possível. O domínio cada vez maior da nanotecnologia tem promovido a criação de vidros extremamente finos e a inserção de alguns metais pode proporcionar a condução de corrente, assim como de outros materiais condutores, como o grafeno.¹²

Os vidros flexíveis possuem a mesma composição dos vidros tradicionais, entretanto, o que os diferencia destes é sua forma de produção. Pesquisadores concluíram que é possível obter vidros quebradiços e não quebradiços, ou seja, maleáveis e dúcteis, de acordo com a temperatura crítica de resfriamento, a qual denominaram de temperatura crítica fictícia (T_{fc}). Os estudos se concentraram em vidros metálicos (BMGs), devido à característica de condução de corrente. E descobriram que numa T_{fc} maior que a T_g se tornam quebradiços e numa T_{fc} menor que a T_g se tornam flexíveis. Portanto, esta nova função não depende tanto da composição, mas sim da temperatura.⁸ Esta tecnologia revolucionou o mercado eletrônico por meio da criação das telas *touchscreen*.

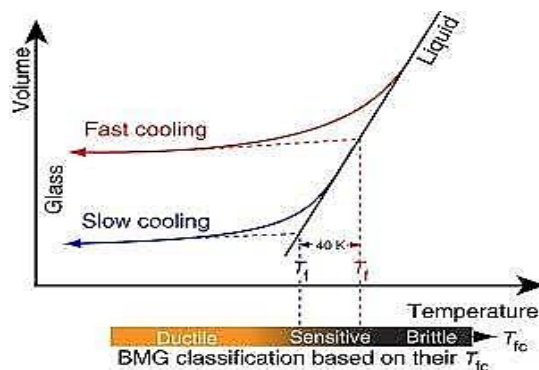


Figura 7: Cada vidro metálico apresenta uma temperatura crítica fictícia (T_{fc}) que definirá se será duro ou plástico.⁸

O aprimoramento na ciência eletrônica, por meio de estudos em nanotecnologia, também viabilizou a utilização de nanotubos de carbono (na forma alotrópica de grafeno) para a composição de telas, ao invés de utilizar silício. Trata-se de um material bidimensional e composto por uma rede de carbonos ligados em hexágonos, que apresenta vantagens devido à sua impermeabilidade, transparência, leveza, finura, maleabilidade, além de ser um excelente condutor térmico e elétrico.⁸ A tecnologia do grafeno está sendo utilizada nas inovadoras telas *touchscreen* dobráveis, já que esse material é flexível e fino, conseguindo substituir os eletrodos de metal pulverizado que são utilizados em telas de celulares comuns, além de ser muito mais resistente que o aço, na mesma espessura.¹³

O carbono possui 6 prótons e 6 nêutrons, enquanto 6 elétrons são dispostos em camadas ao redor do núcleo, sendo 4 deles na camada de valência. Pela teoria da hibridação, provou-se que faz 4 ligações para atingir a estabilidade do átomo, conforme é estabelecido pela regra do octeto. No caso específico do grafeno, suas ligações possuem a hibridação do tipo sp^2 , pois cada carbono é ligado a outros 3, correspondendo a 2 ligações simples e uma dupla, ou seja, 3 ligações sigmas e uma π , e é isso que o torna bom condutor elétrico. Vale ressaltar também que o tipo de ligação dos átomos do grafeno é covalente, por serem ametais.¹²

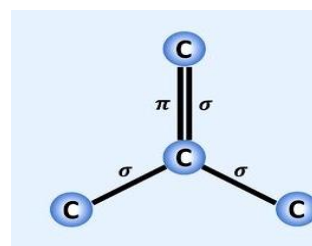


Figura 8: Hibridação sp^2 do carbono no grafeno, tornando-o condutor.¹²

Sendo assim, as aplicações de grafeno em conjunto com sistemas vítreos combinam características únicas que vão de encontro aos anseios tecnológicos atuais, como a criação de telas dobráveis de celulares. É impressionante ver a evolução do celular, que antes era rígido e serviu para tornar móvel algo que era fixo e que agora executa tantas funções que tornam praticamente desnecessárias as próprias ligações telefônicas. Teoricamente toda substância pode se tornar um vidro desde que, na forma líquida, seja resfriada com velocidade adequada para evitar a formação de cristal. E no celular há diversos exemplos dessa aplicação, pois possui várias partes vítreas,

^a MANZANI, D. Palestra sobre Vidros. Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2023.

como na carcaça, na tela, na proteção de tela, podendo até estar presente em *chips* de alta tecnologia de circuito integrado alto destrutivo para proteção de dados sigilosos.¹⁴

Os vidros hoje possuem completa relevância no cenário tecnológico mundial a tal ponto de conectar pessoas do mundo todo pela ponta dos dedos. E o mais interessante é saber que novidades ainda podem surgir, fazendo desta tecnologia uma das mais almejadas pelos pesquisadores atuais.

Conclusão

O vidro é um material não-cristalino obtido pelo rápido resfriamento de uma mistura de óxidos fundida, por meio da temperatura de transição vítrea, cujas partículas se estruturam de forma desordenada, tornando-o moldável para a criação de produtos de diversos formatos e aplicações. O experimento realizado evidenciou sua forma de produção e sua característica quebradiça. Novas tecnologias permitiram a criação de vidros muito finos e flexíveis, pela alteração da temperatura de transição vítrea, e com a inserção de metais para torná-los condutores, o que revolucionou a indústria eletrônica por meio da criação de telas sensíveis ao toque (*touchscreen*). Além disso, o domínio cada vez maior da nanotecnologia proporcionou a criação de telas dobráveis com o uso de grafeno. Estas e outras aplicações fazem do vidro um material especial e alvo de estudo de diversos pesquisadores e empresas atuais.

Referências bibliográficas

- 1- RECICLOTECA. Vidro: história, composição, tipos e reciclagem. Disponível em: <<https://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/vidro/>>. Acesso em: 7 fev. 2023.
- 2- BRASIL ESCOLA. Composição química do vidro. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/quimica/o-que-vidro.htm>>. Acesso em: 7 fev. 2023.
- 3- SÓ PROJETOS. Tipos de vidro, e suas características. Qual o ideal. Disponível em: <<https://www.soprojetos.com.br/blog/tipos-de-vidros>>. Acesso em: 9 fev. 2023.
- 4- TECMUNDO. O que é touch screen?. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/multitouch/177-o-que-e-touch-screen-.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2023.
- 5- BRASIL ESCOLA. Touch screen. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/touch-screen.htm>>. Acesso em: 9 fev. 2023.
- 6- BNDES. Complexo eletrônico: displays e nanotecnologia. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2189>>. Acesso em: 15 fev. 2023.
- 7- OEMKIOSKS. Conheça os 10 benefícios da tecnologia multitouch. Disponível em: <<https://oemkiosks.com/blog/conheca-os-10-beneficios-da-tecnologia-multitouch/>>. Acesso em: 5 mar. 2023.
- 8- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Vidros metálicos podem ser flexíveis e maleáveis. Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=vidros-metalicos-flexiveis-maleaveis&id=010160130305#.ZA0mR2Rv8VE>>. Acesso em: 11 mar. 2023.
- 9- ESCOLA KIDS. Química do vidro. Disponível em: <<https://escolakids.uol.com.br/ciencias/quimica-do-vidro.htm>>. Acesso em: 16 fev. 2023.
- 10- BRASILESCOLA. Conhecimento vítreo. Disponível em: <<https://monografias.brasilescola.uol.com.br/amp/quimica/conhecimento-vitreo.htm>>. Acesso em: 11 mar. 2023.
- 11- CONCEITUAC. Vidro: inúmeras aplicações. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/arquiteturaemvidro/conceituac?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>>. Acesso em: 11 mar. 2023.
- 12- TODA MATÉRIA. Grafeno. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/grafeno/>>. Acesso em: 15 fev. 2023.
- 13- INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Primeira tela flexível à base de grafeno. Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=tela-flexivel-grafeno&id=010150140911#.Y-6pEWRv8VE>>. Acesso em: 16 fev. 2023.
- 14- TECHTUDO. Conheça o chip que se auto destrói em 10 segundos para preservar dados. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2015/09/conheca-o-chip-que-se-auto-destroi-em-10-segundos-para-preservar-dados.ghtml>>. Acesso em: 15 mar. 2023.